

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-050819

(43)Date of publication of application : 18.02.1997

(51)Int.Cl.

H01M 8/02

H01M 8/10

(21)Application number : 07-202943

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 09.08.1995

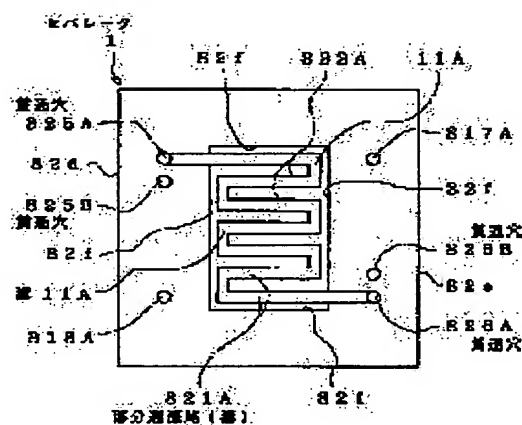
(72)Inventor : ENAMI YOSHIKI

## (54) SOLID POLYMER ELECTROLYTE FUEL CELL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid polymer electrolyte fuel cell in which dew drops adhering to the wall faces of flow pipeline of a separator to pass a fuel gas and an oxidizing agent gas can be removed.

SOLUTION: Different from a conventional separator employed for a conventional solid polymer electrolyte fuel cell, a separator 1 is so formed as to have through holes 825A, 826A directly communicated with grooves 821A which are a partial flow pipeline to pass an oxidizing agent gas through. A plurality of the grooves 821A which the separator 1 has are connected in series one another through a groove 11A having the same cross-section shape as those of the grooves 821A to make an oxidizing agent gas 98 flow in the grooves. Moreover, though through holes 825B, 826B which the separator 1 has are communicated with grooves (not shown in the figure) to make a heat medium flow through in the same manner as a conventional fuel cell, these grooves for the flow of the heat medium are mutually connected in series from a viewpoint of the flow of the heat medium through the through hole 825B and the through hole 826B in a different manner in a conventional separator.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to that structure improved so that clearance of the waterdrop which adhered the flowing path which carries out conduction of the fuel gas and oxidant gas which a separator has to the wall surface of a flowing path might be enabled with respect to a solid-state polyelectrolyte mold fuel cell.

[0002]

[Description of the Prior Art] A fuel cell is a kind of power plant which generates direct current power using hydrogen and oxygen, and as compared with other energy engines, its conversion efficiency to electrical energy is high, and since there are few discharges of atmospheric pollutants, such as carbon dioxide gas and nitrogen oxides, moreover, it is expected as the so-called source of clean energy, as already known well. As this fuel cell, various kinds of fuel cells, such as a solid-state polyelectrolyte mold, a phosphoric acid mold, a melting carbonate mold, and a solid acid ghost mold, are known according to the class of electrolyte used.

[0003] Among fuel cells, such as this, a solid-state polyelectrolyte mold fuel cell is a fuel cell using low electrical resistivity being shown and functioning as a proton conductivity electrolyte, when the water of the macromolecule resin film which has a proton (hydrogen ion) exchange group in a molecule is carried out to saturation. Although the fluorine system ion-exchange-resin film which makes representation the par fluorosulfonic acid resin film (for example, the U.S. Du Pont make, trade name Nafion film) is prominent at present as macromolecule resin film (it is sometimes only henceforth called [ the solid-state polyelectrolyte film or ] PE film for short) which has a proton exchange group in a molecule, the hydrocarbon system ion-exchange-resin film, the compound resin film, etc. are used. Solid-state polyelectrolyte film (PE film), such as this, is film on which ordinary temperature shows the electrical resistivity below 20 [ $\Omega$ -cm], and all function as a proton conductivity electrolyte by carrying out water to saturation.

[0004] The solid-state polyelectrolyte mold fuel cell for which the applicant same as this kind of equipment applied is well-known by JP,6-96777,A. Below, this JP,6-96777,A explains the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell of the conventional example based on the content of the well-known solid-state polyelectrolyte mold fuel cell. First, the unit fuel cell with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell of the conventional example is equipped is explained using drawing 8 and drawing 9. Drawing 8 is the sectional view which showed typically where the important section of the unit fuel cell with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell of the conventional example is equipped is developed, and was seen from the upper part side here, and drawing 9 is drawing seen from P arrow in drawing 8 of the separator shown in drawing 8.

[0005] In drawing 8 and drawing 9, 8 is the unit fuel cell (it may be henceforth called a cell for short) which consisted of separators 81 and 82 which were made to counter the fuel cell cel 7 and each of both the principal plane, and have been arranged. The fuel cell cel 7 consists of sheet-like solid-state polyelectrolyte film 7C, sheet-like fuel electrode layer (it is also anode pole.) 7A, and sheet-like oxidizer electrode layer (it is also cathode pole.) 7B. This fuel cell cel 7 is fuel gas 97 which carries out a postscript to fuel electrode layer 7A, and respectively in response to the fact that the supply of oxidant gas 98 which carries out a postscript to oxidizer

electrode layer 7B, it generates direct current power according to the electrochemical reaction which carries out a postsript. The aforementioned PE film is used for solid-state polyelectrolyte film 7C. This PE film 7C will have the thickness dimension of 0.1 [mm] extent, and the dimension of the larger direction of a field than the dimension of the direction of a field of electrode layers 7A and 7B, and the exposed surface of PE film 7C will exist [ therefore ] in the periphery of electrode layers 7A and 7B between the edges of PE film 7C. The lateral surface of fuel electrode layer 7A is one side-face 7a of the fuel cell cel 7, and the lateral surface of oxidizer electrode layer 7B is side-face 7b of another side of the fuel cell cel 7.

[0006] As for both fuel electrode layer 7A and oxidizer electrode layer 7B, it is general for it to be had and constituted and to stick the catalyst bed and electrode substrate containing a catalyst active material to both the principal planes of PE film 7C with a hotpress by the aforementioned catalyst bed side. An electrode substrate performs supply and blowdown of reactant gas (there is what fuel gas and oxidant gas are named generically and said in this way henceforth.) while supporting a catalyst bed, and moreover, it is the sheet (as the material of construction, carbon paper is used, for example.) of the porosity which also has a function as a charge collector.

[0007] If reactant gas is supplied to fuel electrode layer 7A and oxidizer electrode layer 7B, direct current power will be generated by the three-phase zone of a gaseous phase (fuel gas or oxidant gas), the liquid phase (solid-state polyelectrolyte), and solid phase (catalyst which a fuel electrode layer and an oxidizer electrode layer have) being formed in the interface of the catalyst bed with which each electrode layer 7A and 7B was equipped, and PE film 7C, and making it produce electrochemical reaction. In addition, in many cases, the catalyst bed is formed from the platinum catalyst of the shape of a minute particle, and the fluororesin which has water repellence, and while maintaining the efficient diffusion to the three-phase zone of reactant gas, it consists of that much pores are moreover formed in a layer so that the three-phase zone of a sufficiently large area may be formed.

[0008] In this three-phase zone, degree electrochemical reaction which carries out an account arises. First, the electrochemical reaction by "1 Formula" occurs in the fuel electrode layer 7A side.

[0009]

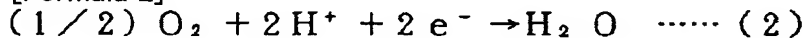
[Formula 1]



[0010] Moreover, the electrochemical reaction by "2 Formula" occurs in the oxidizer electrode layer 7B side.

[0011]

[Formula 2]



[0012] Namely,  $\text{H}^+$  generated by fuel electrode layer 7A as a result of such electrochemical reaction Ion (proton) moves toward oxidizer electrode layer 7B in the inside of PE film 7C, and an electron ( $\text{e}^-$ ) moves it to oxidizer electrode layer 7B through the load equipment which a solid-state polyelectrolyte mold fuel cell does not illustrate. The oxygen contained in oxidant gas 98 by oxidizer electrode layer 7B on the other hand, and  $\text{H}^+$  which has moved from fuel electrode layer 7A in the inside of PE film 7C Ion and the electron which has moved through load equipment react, and  $\text{H}_2 \text{O}$  (steam) is generated. In this way, a solid-state polyelectrolyte mold fuel cell obtains hydrogen and oxygen, and generates direct current power, then is generating  $\text{H}_2 \text{O}$  (steam) as a by-product.

[0013] In many cases, the thickness dimension of the fuel cell cel 7 equipped with the aforementioned function is less than [ 1[mm] order extent or it ], and PE film 7C will serve also as the duty of the film for seals for preventing mixing with fuel gas 97 and oxidant gas 98 in the fuel cell cel 7. Moreover, a separator 81 and a separator 82 bear the duty which removes the heat generated in the fuel cell cel 7 in relation to the blowdown from the fuel cell cel 7 of supply of the reactant gas to the fuel cell cel 7, and the reactant gas used as a surplus, the ejection

from the fuel cell cel 7 of the direct current power generated in the fuel cell cel 7, and generating of direct current power from the fuel cell cel 7. Neither of separators 81 and 82 penetrate gas, and are equipped with good thermal conductivity and good electrical conductivity, and, moreover, are manufactured in the shape of [ of isomorphism ] a rectangular parallelepiped using the ingredient (for example, the ingredient of a carbon system and the metallic material are used.) which does not make generation water soil. Then, separators 81 and 82 have the electrode layers 7A and 7B and the side faces 81c and 82c which counter each other which only the dimension corresponding to the thickness dimension of electrode layers 7A and 7B prepared the level difference, and was formed from each of the fuel cell cel 7, the side faces 81a and 82a which counter each other, side faces 81a and 82a and the side faces 81b and 82b of an opposite hand, and side faces 81a and 82a. Moreover, if a separator 82 is explained, it intersects perpendicularly to side-face 82a and side-face 82b, and has the end faces 82d and 82e of the couple which is moreover mutually parallel. The separator 81 also has end faces 82d and 82e and the same end face. By being close to side-face 7b of the fuel cell cel 7 in the side-face 82c, and making the side-face 82a close to the exposed surface of PE film 7C, respectively, a separator 81 is close to side-face 7a of the fuel cell cel 7 in the side-face 81c, and it makes the side-face 81a close to the exposed surface of PE film 7C, respectively, and as the fuel cell cel 7 of a separator 82 is pinched, respectively, it is arranged.

[0014] Separators 81 and 82 are equipped with two or more concave slots which are the partial flowing paths which carry out conduction of each gas by the relation which moreover intersects perpendicularly with the fuel cell cel 7 at the aforementioned end faces 82d and 82e (in the case of a separator 82) along the side faces 81c and 82c which are also Men of the side which counters with the fuel cell cel 7 as a flowing path for performing supply of reactant gas, and blowdown. That is, while a separator 81 carries out conduction of the fuel gas 97 along with the side-face 81c side which touches side-face 7a of the fuel cell cel 7, concave slot 811A prepared by preparing spacing for discharging the fuel gas 97 used as the surplus containing non-consumed hydrogen and convex septum 812A which intervenes among these slot 811A are formed by turns mutually. While a separator 82 carries out conduction of the oxidant gas 98 along with the side-face 82c side which touches side-face 7b of the fuel cell cel 7, concave slot 821A prepared by preparing spacing for discharging the oxidant gas 98 used as the surplus containing non-consumed oxygen and convex septum 822A which intervenes among these slot 821A are formed by turns mutually. In addition, the crowning of the convex septa 812A and 822A is formed, respectively so that it may become the same field as each side face 81c and 82c of separators 81 and 82. In addition, the side faces 81a and 82a and side faces 81c and 82c of separators 81 and 82 are connected at the edges 81f and 82f with the dimension corresponding to the dimension of the periphery of electrode layers 7A and 7B.

[0015] Moreover, if a separator 82 is represented and it explains, slot 821A, such as this, is arranged in parallel mutually, and the both ends of each slot 821A currently formed in the separator 82 are opened for free passage by Manifolds 823A and 823A. Each manifold 823A is formed in the groove which carried out the concave, and has an area larger than the conduction area which slot 821A has about the conduction area of fuel gas 97. One pair of through holes 825A and 826A which carry out opening to side-face 82b are formed in the edge of these manifolds 823A and 823A. Through hole 825A is the input of the oxidant gas 98 in a separator 82, and through hole 826A is the tap hole of the oxidant gas 98 in a separator 82. Side-face 82a and side-face 82b are connected, and as shown in drawing 9, through holes 817A and 818A are formed in the part which serves as physical relationship of tucking up its sleeves with a cord mutually to through holes 825A and 826A. These through holes 817A and 818A are through holes for carrying out conduction of the fuel gas 97 in a separator 82.

[0016] Thus, the oxidant gas 98 which carries out conduction of the inside of the constituted separator 82 will flow into a separator 82 from through hole 825A, will distribute and carry out conduction to two or more slot 821A through one manifold 823A, will join in manifold 823A of another side, and will flow out of through hole 826A. In the meantime, by the manifolds 823A and 823A with the aforementioned configuration being formed, respectively, oxidant gas 98 will be uniformly distributed to each slot 821A, and conduction will be carried out to an inflow [ of the

oxidant gas 98 of each slot 821A ], and runoff side.

[0017] Although that graphic display was omitted, the through hole used as the through holes 825A and 826A and through holes 817A and 818A in a separator 82, and the input of the fuel gas 97 opened for free passage at same slot 811A and a tap hole and the through hole for making the part which serves as physical relationship of tucking up its sleeves with a cord to this through hole carry out conduction of the oxidant gas 98 are formed also at the separator 81. Then, the configuration and dimension of the above mentioned slots 811A and 821A formed in separators 81 and 82 The water holding power head pk (it is shown in JP,6-96777,A and refer to the after-mentioned "formula 7".) which each of Slots 811A and 821A has [ the value of pressure drawdown value deltaps generated in case Slots 811A and 821A are made to carry out conduction of the reactant gas ] It is set up so that it may become larger than a value.

[0018] Moreover, separators 81 and 82 are equipped with the slot which carries out conduction of the heat carrier 99 as a heat exchange object for removing the heat generated in the fuel cell cel 7 from the fuel cell cel 7. That is, concave slot 821B which carries out conduction of the heat carrier 99 to the side-face 82b side is formed in a separator 82, and concave slot 811B which also makes a separator 81 carry out conduction of the heat carrier 99 to the side-face 81b side is formed in it. The through holes 825B and 826B currently formed in the separator 82 are through holes to which conduction of the heat carrier 99 is carried out, and are opened for free passage by slot 821B.

[0019] Furthermore, 73 is a gas-seal object made from elastic material (for example, it is an O ring.) which undertakes the duty which prevents that the reactant gas which carries out conduction of the inside of the above mentioned gas conduction way leaks and comes outside a gas conduction way. It is contained and equipped with the gas-seal object 73 in the slot 819,829 of the concave configuration formed in the periphery section of each separator 81 and 82. Moreover, Slots 811B and 821B are surrounded to side-face 81b of a separator 81, and side-face 82b of a separator 82, and the slots 818B and 828B of a concave configuration are formed in them, respectively. The slot of concave configurations, such as this, is for containing the seal object made from elastic material for preventing that a heat carrier 99 leaks and comes out (for example, it being an O ring.).

[0020] By the way, the electrical potential differences which one fuel cell cel 7 generates are below 1[V] extent and a low value so that it may be well-known. For this reason, as for the cell 8 with the aforementioned configuration, it is general that constitute that plurality (they are hundreds of pieces from dozens of pieces in many cases.) as a layered product of the cell which carried out the laminating so that the series connection of the generated voltage of the fuel cell cel 7 may be carried out mutually, and raise an electrical potential difference, and practical use is presented. Next, the conventional example of the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell which is the layered product of this cell is explained.

[0021] Drawing 10 is the block diagram of an important section having shown typically the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell of a conventional example, (a) is the side elevation and drawing 11 is [ (b) is the plan and ] the detail sectional view of the Q section in drawing 10 . In drawing 10 and drawing 11 , the same sign is given to the same part as the cell shown in drawing 8 and drawing 9 , and the explanation is omitted. In addition, into drawing 10 R> 0 and drawing 11 , only the typical sign was described about the sign attached by drawing 8 . In drawing 10 and drawing 11 , 9 is a solid-state polyelectrolyte mold fuel cell (it may be henceforth called a stack for short) which was constituted by carrying out the laminating of the cell 8 of plurality (the case where the number of a cell 8 was eight pieces was illustrated in drawing 10 .) and which makes the layered product of a cell 8 a subject.

[0022] The collecting electrode plates 91 and 91 of the product made from electric conduction material, such as copper material, for a stack 9 to take out the direct current power generated with the cell 8 to the both ends of the layered product of a cell 8 from a stack 9, The laminating of the electric insulation plates 92 and 92 made from the electric insulation material for insulating a cell 8 and a collecting electrode plate 91 from the structure electrically and the metal pressure plates 93 and 94, such as iron material arranged in both the lateral-surface side of both the electric insulation plate 92, is carried out one by one, and it is constituted. Then, he

is trying to give moderate welding pressure to pressure plates 93 and 94 with two or more clamping bolts 95 from each lateral-surface side.

[0023] In drawing 11 , 825A is a through hole used as the input of the oxidant gas 98 which is open for free passage to slot 821A, and slot 827A is the slot of the concave configuration for containing the gas-seal object 982 made from elastic material (for example, it being an O ring.) which undertakes the duty which prevents that surround opening to side-face 82b of through hole 825A, and oxidant gas 98 leaks and comes from this part outside a gas conduction way. Through holes 911 and 921 and the through hole 931 with a female pipe thread are formed in the part which agrees with through hole 825A, respectively as shown in the collecting electrode plate 91, the electric insulation plate 92, and the pressure plate 93 in drawing 11 . Moreover, although the graphic display was omitted to the collecting electrode plate 91, the electric insulation plate 92, and the pressure plate 93, the through hole 911,921, the same through hole, and the through hole 931 with a female pipe thread and the same through hole 932 are formed in the part which agrees with the through hole (it is the same through hole as through hole 825A.) which is open for free passage to slot 811A, respectively. Furthermore, the through hole 931,932 and the same through hole 941,942 are formed also in the pressure plate 94, respectively, and the through hole 921,911 and the same through hole are formed in the part which agrees with a through hole 941,942 also in the electric insulation plate 92 contiguous to a pressure plate 94, and a collecting electrode plate 91, respectively.

[0024] Slot 821A which all the cells 8 have in each by this etc. in case the laminating of two or more cells 8 is carried out will be mutually opened for free passage about the gas conduction way for oxidant gas 98. This is the same also about slot 811A for fuel gas 97. Then, fuel gas 97 is supplied to the through hole 941 of the side face used as the lateral surface of the stack 9 of a pressure plate 94, and the oxidant gas 98 for a surplus is discharged from a through hole 942. Moreover, oxidant gas 98 is supplied to the through hole 931 of the side face used as the lateral surface of the stack 9 of a pressure plate 93, and the fuel gas 97 for a surplus is discharged from a through hole 932. Then, each through hole is surrounded to opening of the through hole 911 of one side face of a collecting electrode plate 91, and opening by the side of one side face of the through hole 921 which the electric insulation plate 92 has, and the slot 912,922 of a concave configuration is formed in them. The slots 827A and 912,922, such as this, are equipped with the gas-seal object 982 (see drawing 11 ).

[0025] Moreover, in a stack 9, in case the laminating of two or more cells 8 is carried out, as the slots 811B and 821B which all the cells 8 have in each become parallel mutually about the conduction of a heat carrier 99, it is mutually open for free passage, and the inflow section (it is through hole 825B etc.) comrade and runoff section (it is through hole 826B etc.) comrade of the heat carrier 99 are connected. Therefore, the inflow section of the heat carrier 99 of the slots 811B and 821B which all the cells 8 have in each makes it continue about the flowing path of a heat carrier 99, and is connected. Moreover, similarly, the runoff section of the heat carrier 99 of all the slots 811B and 821B makes it continue about the flowing path of a heat carrier 99, and is connected. The through hole which is open for free passage in the inflow section of the aforementioned heat carrier 99 and which is not specified is formed in the electric insulation plate 92 and collecting electrode plate 91 contiguous to a pressure plate 94 and a pressure plate 94. Moreover, the through hole which is open for free passage in the runoff section of the aforementioned heat carrier 99 and which is not specified is formed in the electric insulation plate 92 and collecting electrode plate 91 contiguous to a pressure plate 93 and a pressure plate 93. The through hole formed in pressure plates 93 and 94 among through holes, such as this, is equipped with the piping connection object 991 for thermal 99, respectively.

[0026] A clamping bolt 95 is a hexagon-headed bolt with which it is equipped ranging over pressure plates 93 and 94, and each clamping bolt 95 pressurizes a cell 8 in the direction of a laminating in cooperation with this, etc. the hexagon nut inserted in, the belleville spring for giving the stable welding pressure, a gas pressure-type application-of-pressure object, etc. The welding pressure to which this clamping bolt 95 pressurizes a cell 8 is per surface area of the appearance of the fuel cell cel 7, and it is general that it is 5 [kg/cm<sup>2</sup>] inside-and-outside extent.

[0027] It is the film which functions as a good proton conductivity electrolyte by carrying out water to saturation as PE film 7C currently used for the fuel cell cel 7 in the stack 9 constituted as mentioned above mentioned above, and when it dries and moisture content falls, the generation-of-electrical-energy engine performance of a stack 9 falls because the electric resistance value increases. In order to prevent generating of such a thing, the reactant gas supplied to the fuel cell cel 7 is humidified by the moderate humidity value, is heated by the temperature moreover made to correspond to the operating temperature of the stack 9 which carries out a postscript, and is supplied to the stack 9.

[0028] By the way, as for the temperature of the PE film 7C section, therefore the temperature of a cell 8, it is general to be used at the temperature of 50-100 [\*\*] extent for evaporating smoothly the moisture generated in the fuel cell cel 7 at the time of generating operation etc. Moreover, the electrochemical reaction described by the aforementioned "1 Ceremony" held in the fuel cell cel 7 and "two formulas" is exothermic reaction. Therefore, in case it generates electricity according to the electrochemical reaction by "1 Formula" and "two formulas" in the fuel cell cel 7, it is not avoided that the heat of an equivalent value occurs mostly with the direct-current-power value generated, either. In order to maintain the temperature of a cell 8 to 50-100 [\*\*] extent, there is the need of removing the heat by this loss from the fuel cell cel 7.

[0029] In order [ at the time of start up ] to still heat the low-temperature stack 9 to the temperature of 50-100 [\*\*] extent and to maintain temperature to the temperature of 50-100 [\*\*] extent at the time of operation, the main duty of the heat carrier 99 which is a city water removes the generated heating value by exothermic reaction from the stack 9 under generating operation. With a cell 8, the fuel cell cel 7 is maintained and operated by the optimal temperature, for example because the heat carrier 99 adjusted to the temperature of 50-100 [\*\*] extent carries out conduction of the inside of slot 811B formed in separators 81 and 82, and 821B. In the case of this case, this heat carrier 99 flows into a stack 9 from the piping connection object 991 with which the pressure plate 94 was equipped, and is flowing out of the piping connection object 991 with which the pressure plate 93 was equipped to the exterior of a stack 9.

[0030] In addition, what formed as a separator slot 821A to which the side face of another side is made to carry out conduction of the oxidant gas 98 for slot 811A to which one side face is made to carry out conduction of the fuel gas 97 again, respectively is known. The stack which instead inserted the cooling object of dedication as a heat exchange object into the layered product of a cell is also known using the separator with which it does not have as a cell the slot which carries out conduction of the heat carrier 99 as a heat exchange object further again. In this case, it is general to supply a heat carrier 99 to a cooling object through proper piping.

[0031] The cell which has the configuration shown in drawing 12 as a unit fuel cell (cell) with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell of the conventional example is equipped is also known. Here, drawing 12 is the sectional view which showed typically where the important section of the unit fuel cell of a different case with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell of the conventional example is equipped is developed, and was seen from the upper part side. In drawing 12, the same sign is given to the same part as the unit fuel cell by the conventional example shown in drawing 8 R> 8 and drawing 9, and the explanation is omitted.

[0032] In drawing 12, 8A is the cell which changes to separators 81 and 82 and used separators 83 and 84 to the cell 8 by the conventional example shown in drawing 8 and drawing 9. The separator 84 consists of body section of separator 84A, and reactant gas conduction section 84B to the separator 82 which a cell 8 has. Reactant gas conduction section 84B can penetrate gas, and is equipped with good thermal conductivity and good electrical conductivity, and, moreover, is manufactured using the ingredient (for example, the ingredient of a porous carbon system and the metallic material are used.) which does not make generation water soil. Then, two or more same slot 821A as what a separator 82 has, septum 822A, and Manifolds 823A and 823A are formed in reactant gas conduction section 84B, and a separator 84 will be equipped with all the functions that a separator 82 has by including reactant gas conduction section 84B in body section of separator 84A. A separator 83 will also consist of reactant gas conduction section 83B which has the same structure as body section of separator 83A, and reactant gas



conduction section 84B to the separator 81 which a cell 8 has, and will be equipped with all the functions that a separator 81 has by including reactant gas conduction section 83B in body section of separator 83A.

[0033] In separators 83 and 84, reactant gas carrying out conduction of the inside of slot 811A and 821A, it penetrates the reactant gas conduction sections 83B and 84B with the permeability of gas, and is supplied to fuel electrode layer 7A and oxidizer electrode layer 7B. Unlike the case of the separators 81 and 82 which contact only in the crowning of Septa 812A and 822A, the side faces 81c and 82c in which separators 83 and 84 are Men who contacts the lateral surface of electrode layers 7A and 7B for each other contact all the side faces of electrode layers 7A and 7B for each other in that case -- things serve as an advantage. It can decrease rather than the case where the 7 \*\* separators 81 and 82 are used for local stress generating by this the stress value generated in electrode layers 7A and 7B. It is used like the case of a cell 8, also including this cell 8A in a stack 9.

[0034] In the stack 9 with the above-mentioned configuration, although a steam is generated as a by-product of the generation of electrical energy to the above-mentioned passage, this steam is contained in reactant gas and discharged from a stack 9 with the reactant gas used as a surplus. By this, distribution which becomes so abundant that it becomes the downstream will arise in the water vapor content contained in a cell 8 and the reactant gas in 8A along the direction of conduction. For this reason, with the reactant gas which carries out conduction of the inside of slot 811A and 821A, when it becomes close to the tap hole (it is through hole 826A etc.) of reactant gas, it will be possible that a steam [ \*\*\*\*\* ] is contained with the case where carried out humidification soon and reactant gas is supplied to saturation at a stack 9. Then, in the reactant gas near the tap hole, the steam equivalent to supersaturation will condense in this case, and the liquefied water of condensation will exist. Existence of this water of condensation will check the conduction of reactant gas, will run short of the amount of supply of the reactant gas to the fuel cell cel 7, and will cause lowering of the generation-of-electrical-energy capacity of the fuel cell cel 7. In order to cancel this, it becomes important from the inside of a cell 8 and 8A to discharge the water of condensation promptly.

[0035] There is the approach of degree account as an approach of discharging the water of condensation out of a cell (they being Cells 8 and 8A etc.).

\*\* Extrusion by capillary force.

\*\* Evaporation using generation of heat of a cell.

\*\* Use the pressure of reactant gas and it is extrusion.

[0036] The approach by the aforementioned \*\* term was used for the early fuel cell for space which uses hydrogen and oxygen as reactant gas. The approach by the aforementioned \*\* term is an approach currently indicated by the operating method of the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by Japanese Patent Application No. No. 245813 [ six to ] for which the same applicant applied. Although it is the approach of preventing the water of condensation being generated in a cell by making low whenever [ humidification / of the reactant gas which this approach raises the operating temperature of a cell, or is supplied to a cell ], that fault is that management and adjustment of delicate temperature and humidity are needed, in order to make it water evaporate moderately, preventing drying PE film. The approach by the aforementioned \*\* term is the approach of extruding and discharging the water of condensation from a flowing path using the pressure drawdown which generates the inside of the flowing path (they are slot 811A, slot 821A, etc.) which carries out conduction of the reactant gas in the reactant gas which carries out conduction. A pressure drawdown value becomes settled with the cross-section dimension of a reactant gas flowing path, a linear dimension, and the flow rate of reactant gas, and the capacity which discharges the water of condensation increases, so that a pressure drawdown value is large. Since this invention belongs to the approach by this \*\* term, it continues explanation further about this approach below.

[0037] The case where conduction of the gas is carried out as a general case mutually in parallel with each of two or more ducts mutually connected to juxtaposition will be considered. Then, the case where one in this is blockaded bywater is considered. In this case, the force committed in the water which blockades the duct has three kinds, \*\* capillary force, the pressure (equal to

the aforementioned pressure drawdown value) received from \*\* gas, and \*\* gravity. \*\* Capillary force  $f_1$  of a term It becomes settled according to the contact angle  $\phi$  between the surface tension  $\sigma$  of water, water, and the wall of a duct, and when the radius of a duct is  $r$ , it can express with the "formula 3" of degree account, so that it may be well-known. \*\* force  $f_2$  committed in water based on the pressure received from the gas of a term a gaseous pressure drawdown value  $\Delta p$  it is  $\Delta p$  if the cross section of a duct is placed with  $S$ , it can express with the "formula 4" of degree account to a case so that it may be well-known. moreover, force  $f_3$  committed in water based on the gravity of \*\* term the case where the height dimension of the water which is piling up all over a duct is  $h$ , and the include angle which the gaseous direction of conduction makes to the direction which gravity commits is  $\theta$  -- the consistency of water --  $\rho$  -- if it carries out and gravitational acceleration is placed with  $g$ , it can express with the "formula 5" of degree account so that it may be well-known. Capillary force  $f_1$  Force  $f_3$  committed in water based on gravity although it becomes large in proportion to a tube diameter Since it becomes large in proportion to the square of a tube diameter, the sucking phenomenon of the water generally called capillarity will appear so notably that a tube diameter is small.

[0038]

[Equation 1]

$$f_1 = 2 \pi r \sigma \cos \phi \quad (3)$$

[0039]

[Equation 2]

$$f_2 = S \Delta p \quad (4)$$

[0040]

[Equation 3]

$$f_3 = \rho g h r^2 \cos \theta \quad (5)$$

The force committed in the water which blockades the duct is  $f_1$  and  $f_2$ . And  $f_3$  The conditions by which it is synthesized and this water is discharged are  $(f_1 - f_3) / f_2$ . Since it is becoming, it can express with the "formula 6" of degree account.

[0041]

[Equation 4]

$$(2 \sigma \cos \phi / r) - \rho g h \cos \theta < \Delta p \quad (6)$$

[0042] It will be desirable to make it set to  $\cos \theta = 1$  from "a formula 6" about the position which a duct should take in order to make easy blowdown of the water which blockades the duct, i.e., to set  $\theta$  as zero [whenever]. As reactant gas showed the configuration of the above-mentioned stack 9 by the arrow head in drawing 10 (a) Each separator 81 and 82 (the same is said of the case of separators 83 and 84.) Having arranged the inside of formed slot 811A for gas conduction and 821A so that that blowdown side may be turned down about the gravity direction up about the gravity direction in that supply side is based on this reason.

[0043] In addition, the above mentioned water holding power head  $p_k$  defined by "an aforementioned formula 3" and aforementioned "formula 5" in this invention  $f_3$  It uses and "a formula 7" can show.

[0044]

[Equation 5]

$$p_k = f_1 - f_3 \quad (7)$$

[0045]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell (stack) by the conventional technique mentioned above For example, pressure drawdown value  $\Delta p$  generated in the above-mentioned stack 9 in the slots 811A and 821A which separators 81 and 82 etc. have A value Water holding power head  $p_k$  which each of Slots 811A and 821A has Set up so that it may become larger than a value, and while the relation by the aforementioned "formula 6" is made to satisfy, slot 811A, a 821A configuration, and the flow rate of reactant gas Since reactant gas flows from an upside about the gravity direction and he is trying for reactant gas to flow out of the bottom about the gravity direction to Slots 811A and

821A In many cases, the stack 9 can be operated, without managing and adjusting the temperature and humidity of reactant gas delicately.

[0046] However, degree problem which carries out an account is newly found out. When conduction of the reactant gas is carried out like the case of separators 81 and 82 mutually in parallel with each of two or more slots 811A and 821A, in order to equate the flow rate of the reactant gas by which conduction is carried out to each of Slots 811A and 821A, this means that it is required to also remove the waterdrop to which the wall surface of all the slots 811A and 821A adhered, and there is. Existence of the waterdrop to which the wall surface adhered is that the effective conduction area of the slots 811A and 821A to reactant gas decreases, and that the wall surface of some slots 811A and 821A adheres to waterdrop, since the effective conduction area of the reactant gas of the slot will decrease, equalization of the flow rate of reactant gas is checked.

[0047] This waterdrop is the waterdrop adhered and generated by the wall surface, when a supersaturation steam is condensed. Then, in degree configuration according to the conventional techniques, such as a stack 9, so that an account may be carried out, although this is removable to the water of condensation which blockades Slots 811A and 821A thoroughly, it has been shown clearly that the aforementioned waterdrop to which the wall surface adhered is unremovable. For this reason, in the slot where the wall surface adhered to waterdrop, the flow rate of reactant gas will be reduced as compared with the slot where a wall surface does not adhere to waterdrop, and the hydrogen utilization factor value over fuel gas 97 will be gone up to the hydrogen utilization factor value of the average in the corresponding separator about the slot where the wall surface adhered to waterdrop, for example. Then, lifting of a hydrogen utilization factor value is that the generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value falls for a fuel cell cel so that it may be well-known. Consequently, in the stack 9 (or cell 8 used for this) of the conventional example, as the dotted line showed in drawing 2 which carries out a postscript, it will fall even to the generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value of 0.2 [V] which is threshold value in a low current density value.

[0048] f2 [ by the way, ] which follows the aforementioned "formula 4" since Slots 811A and 821A are not blockaded depending on the water of condensation when it is going to remove the waterdrop to which the wall surface of Slots 811A and 821A adhered It cannot exist. f3 to which that it is effective follows the aforementioned "formula 5" to clearance of this waterdrop Well-known dynamic pressure  $\Delta p$  which has produced the inside of slot 811A and 821A in the reactant gas which carries out conduction it is .

[0049] If the case where the cross-section configuration of the flowing path of reactant gas is circular is taken for an example, it is dynamic pressure  $\Delta p$  in the case of circular tubing. It can express with the "formula 8" of degree account so that it may be well-known.

[0050]

[Equation 6]

$$\Delta p = (\lambda l / d) (\rho u^2 / 2) \dots\dots (8)$$

Here, for coefficient of friction of tubing, and  $l$ , the die length of a duct and  $d$  are [  $\lambda$  ] the diameter of circular tubing, and  $\rho$  and  $u$  are the rates of flow of reactant gas. If the die length of the shorter side of a rectangle is set to  $b$  for the die length of a rectangular long side when the cross-section configuration of the flowing path of reactant gas is a rectangle, "a formula 8" can be used as it is by using the equivalent diameter  $d$  expressed with the "formula 9" of degree account as  $d$  in "a formula 8."

[0051]

[Equation 7]

$$d = 4ab / [2(a+b)] \dots\dots\dots (9)$$

When the reactant gas which carries out conduction of the inside of a duct is in a laminar-flow condition about  $\lambda$  and  $\nu$  is made into the coefficient of kinematic viscosity of reactant gas,  $\lambda$  can be expressed with the "formula 10" of degree account so that it may be well-known.

[0052]

[Equation 8]

$\lambda = 64 - \text{Re} = 64 \nu / (u d) \dots (10)$

"a formula 10" -- "a formula 8" -- substituting -- dynamic pressure  $\Delta p_{\text{plutonium}}$  It seems that relational expression can be shown in "a formula 11" about circular tubing. Moreover, "a formula 11" can be made to be able to respond to the flowing path of reactant gas with a rectangular cross-section configuration, it can change, and "a formula 12" can be obtained.

[0053]

[Equation 9]

$\Delta p_{\text{plutonium}} = 32 \nu \rho h g u (l/d^2) \dots (11)$

[0054]

[Equation 10]

$\Delta p_{\text{plutonium}} = 8 \pi \nu \rho h g l (u/S) \dots (12)$

Dynamic pressure  $\Delta p_{\text{plutonium}}$  generated when reactant gas carries out conduction of the inside of a duct in the state of a laminar flow so that clearly from "a formula 11" and "a formula 12" It is proportional to the rate of flow and duct length of reactant gas, and in inverse proportion to the square of a tube diameter, or the cross section of a duct. Since the reactant gas which carries out conduction of the inside of slot 811A and 821A is in a laminar-flow condition in almost all cases, "a formula 11" and "a formula 12" are materialized. At this time, it is dynamic pressure  $\Delta p_{\text{plutonium}}$  that the waterdrop to which the wall surface adhered should be removed. Three kinds of degree account can be considered as an approach of increasing a value.

[0055] \*\* Increase the rate of flow  $u$  of reactant gas.

\*\* Lengthen the duct length  $l$ .

\*\* Shorten the equivalent diameter  $d$  of a duct. (That is, the cross section  $S$  of a duct is made small.)

The approach of increasing the rate of flow  $u$  of the aforementioned \*\* term is increasing the amount of supply of reactant gas, or shortening the equivalent diameter  $d$  of the duct by the aforementioned \*\* term, and can be realized. In a solid-state polyelectrolyte mold fuel cell (stack), since generation efficiency falls so that the amount of supply of the reactant gas supplied has the close relation to the generation efficiency of a stack and the amount of supply of reactant gas increases, the approach of increasing the amount of supply of reactant gas is not desirable. Moreover, by the approach of lengthening the duct length  $l$  of the aforementioned \*\* term, the dimension of the long side of the electrode layer which carried out the rectangle had become the marginal die length in the Prior art. This is for making it possible to originate in the conventional solution in which it mentioned above for avoiding that Slots 811A and 821A were blockaded with the water of condensation, and to carry out natural drop of the inside of water-of-condensation fang furrow 811A and 821A with gravity. In a fixed electrode layer area, it is making the configuration of an electrode layer long and slender, and though buildup of a certain amount of duct length  $l$  can be aimed at, there is a limit in obtaining big augend.

[0056] The above thing to dynamic pressure  $\Delta p_{\text{plutonium}}$  In many cases, the approach by the aforementioned \*\* term has been adopted as an approach of increasing a value. This approach also has the effectiveness which can increase the rate of flow  $u$  simultaneously. The cross section  $S$  of a duct can be made small by making small the width method and depth dimension of Slots 811A and 821A. However, it may be said what as a matter which becomes a constraint about buildup of the rate of flow  $u$  in this case, reactant gas can be uniformly distributed to each of two or more slots 811A and 821A each other connected to juxtaposition, and can carry out conduction to it. That is, it is because a processing error becomes a cause, the cross-section  $S$  value between each slot will vary, the reactant gas distributed for every slot serves as an ununiformity and the generation-of-electrical-energy engine performance of the fuel cell cel 7 will fall by the same reason as the place mentioned above as the width method and depth dimension of Slots 811A and 821A are made small. For this reason, about the equipartition of reactant gas, a large thing is desirable and the cross section  $S$  of Slots 811A and 821A is dynamic pressure  $\Delta p_{\text{plutonium}}$ . The management only from a viewpoint which increases a value cannot be pushed.

[0057] If it is the structure of the separator which the stack by the conventional technique like

separators 81 and 82 has since there is such constraint Water holding power head  $p_k$  by sufficient value 7, i.e., the aforementioned "formula", to remove the water of condensation which blockaded Slots 811A and 821A thoroughly Pressure drawdown  $\Delta p$  of the value fully exceeding a value Even if it can generate Dynamic pressure  $\Delta p$  of sufficient value which can remove the waterdrop to which the wall surface of all the slots 811A and 821A adhered It became clear that it is impossible to enlarge the rate of flow of reactant gas at the forge fire from which a value is acquired.

[0058] This invention is made in view of the trouble of the above-mentioned conventional technique, and that object is in offering the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell which enables clearance of the waterdrop adhering to the wall surface of a flowing path to which conduction of the fuel gas and oxidant gas which a separator has is carried out.

[0059]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned object in this invention The electrolyte membrane of 1 sheet-like solid-state polyelectrolyte material, The fuel cell cel which has the fuel electrode layer and oxidizer electrode layer which were joined to each of both the principal plane, and generates direct current power in response to supply of fuel gas and oxidant gas, It has the separator which was made to counter each of both the principal planes of a fuel cell cel, and has been arranged. A separator The input where the aforementioned gas supplied to a fuel cell cel flows into a separator, While the aforementioned gas is formed along the tap hole which flows out of a separator, the fuel cell cel of a separator, and the field of the side which counters and carrying out conduction of the aforementioned gas It has the flowing path opened for free passage by aforementioned input and an aforementioned tap hole. This flowing path In the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell (stack) with which it is set up and it becomes as the pressure drawdown value generated in case a flowing path is made to carry out conduction of the aforementioned gas becomes larger than the water holding power head value which a flowing path has A separator intersects perpendicularly mostly to the field which counters a fuel cell cel, and it has the end face of the couple which is moreover mostly parallel mutually. The aforementioned flowing path is formed considering the partial flowing path where plurality was mutually formed in this end face by being mostly parallel by the relation which intersects perpendicularly mostly as a subject. It is attained by having the part by which partial flowing paths of each other, such as this, were connected to the serial about the conduction of the aforementioned gas, and considering as the configuration aforementioned input and an aforementioned tap hole come to be open for free passage of a configuration.

[0060] Then, in the conditions which made the same the amount of the reactant gas supplied to a stack by considering as this configuration, if  $n$  flowing paths were connected to the serial for the cross section of a flowing path while it had been the same, both the rates of flow  $u$  of the die length (it is duct die-length  $l$  in the aforementioned "formula 8".) of a flowing path and the reactant gas in a flowing path increase  $n$  times. if the aforementioned "formula 11" and "a formula 12" are used from this -- dynamic pressure  $\Delta p$   $n^2$  It can double.

[0061] moreover, the above -- setting -- the amount of reactant gas -- being the same as -- the cross section of a flowing path --  $n^1 / 2$  \*\*\*\*\* it doubles -- "a formula 11" and "a formula 12" to  $\Delta p$   $n$  times -- it can carry out -- and the rate of flow  $u$  --  $n^1 / 2$  It can double. Thus, it is the rate of flow  $u$  and dynamic pressure  $\Delta p$  of the cross section  $S$  and reactant gas of a flowing path by applying this invention. It becomes possible to increase simultaneously.

[0062] 2) Moreover, between the input where the fuel gas and oxidant gas to which two or more partial flowing paths which a separator has in a means given in said 1st term are supplied by the fuel cell cel flow into a separator, and the tap hole where the aforementioned gas flows out of a separator, when the all consider as the configuration a serial connects and comes to be open for free passage of a configuration mutually, it is attained.

[0063] Then, even if different [ of the cross section ] exists in each partial flowing path since all partial flowing paths are connected to the serial about the conduction of reactant gas while it is possible to acquire the operation same by considering as this configuration as the operation by said 1st term, reactant gas becomes possible [ carrying out conduction to all partial flowing

paths uniformly ].

3) In a means given in said 1st term, moreover, two or more partial flowing paths which a separator has Between the input where the fuel gas and oxidant gas which are supplied to a fuel cell cel flow into a separator, and the tap hole where the aforementioned gas flows out of a separator It is attained by considering as the configuration input and a tap hole come to be open for free passage of a configuration, respectively, forming two or more series-connection groups by which a part of those plurality was mutually connected to the serial, and the series-connection group of this partial flowing path being used as the correlation which becomes parallel mutually.

[0064] Then, since it has the electrode layer of a large area while it is possible to acquire the operation same by considering as this configuration as the operation by said 1st term, in having considered as the configuration by said 2nd term, it applies, when the pressure for supplying the aforementioned gas becomes excessive, and is a useful configuration.

4) Moreover, the fuel cell cel which has the electrolyte membrane of sheet-like solid-state polyelectrolyte material, and the fuel electrode layer and oxidizer electrode layer which were joined to each of both the principal plane, and generates direct current power in response to supply of fuel gas and oxidant gas, It has the separator which was made to counter each of both the principal planes of a fuel cell cel, and has been arranged. A separator The input where the aforementioned gas supplied to a fuel cell cel flows into a separator, While the aforementioned gas is formed along the tap hole which flows out of a separator, the fuel cell cel of a separator, and the field of the side which counters and carrying out conduction of the aforementioned gas It has the flowing path opened for free passage by aforementioned input and an aforementioned tap hole. This flowing path In the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell with which it is set up and it becomes as the pressure drawdown value generated in case a flowing path is made to carry out conduction of the aforementioned gas becomes larger than the water holding power head value which a flowing path has Either input or the tap holes are surrounded for the flowing path which a separator has. It is made to continue about the conduction of the aforementioned gas, and forms. And one edge of this flowing path It is attained by connecting with either input or the tap holes, and considering the other-end section of this flowing path as the configuration which it comes to connect with another side of the input formed in the outside of the field in which the flowing path was formed, and the tap holes.

[0065] Since the operation might arise, there is no operation described by said 1st term - 3 term what is obtained only only within a flowing path with the configuration by said 1st term - 3 term. It is a means by this 4th term that it is going to attain the above-mentioned object of this invention by acquiring the operation described by said 1st term and the 2nd term for the flowing path with the configuration by the configuration by said 1st term - 3 term.

[0066] 5) It is attained by considering as the configuration which forms the input where the fuel gas and oxidant gas by which a separator is supplied to a fuel cell cel in a means given in said 4th term flow into a separator in the outside of the field in which the flowing path was formed, and comes to form the tap hole where the aforementioned gas flows out of a separator in the center section of the field in which the flowing path was formed further again.

[0067] Then, conduction of the aforementioned gas which carries out conduction of the inside of a separator in this configuration will be carried out going into the interior temperature becomes high relatively in the same unit fuel cell, and it will be discharged from near the core of the unit fuel cell which serves as an elevated temperature most relatively. For this reason, while it is possible to acquire the operation same by considering as this configuration as the operation by said 1st term, the 2nd term, and the 4th term, it also becomes possible to reduce the generation degree of the water of condensation by being supersaturated by temperature up being carried out one by one, the aforementioned gas carrying out conduction.

[0068]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of implementation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing below.

Example 1; drawing 1 is drawing which showed typically the important section of the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by one example of this invention

corresponding to claims 1 and 2 is equipped, and was seen from the same direction as the case of aforementioned drawing 9. In drawing 1, the same sign is given to the same part as the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the conventional example shown in drawing 8 and drawing 9 is equipped, and the explanation is omitted. In addition, into drawing 1, only the typical sign was described about the sign attached by drawing 8 and drawing 9. In addition, as for the slot 829 for containing the gas-seal object 73 shown in drawing 8 and drawing 9, the graphic display is omitted in drawing 1 again. This writes beforehand in addition that the same is said of drawing 3 by which a postscript is carried out – drawing 7.

[0069] In drawing 1, 1 is the separator which concave slot 821A which is the partial flowing path which manifold 823A is used [flowing path] for a stop and uses conduction of the oxidant gas 98 (the graphic display was omitted.) for through holes 825A and 826A directly was made to open for free passage to the separator 82 by the conventional example shown in drawing 8 and drawing 9, and was formed like a graphic display. Between slot 821A which a separator 1 has is mutually connected to the serial about the conduction of oxidant gas 98 by slot 11A which carried out the same cross-section configuration as slot 821A. Although the through holes 825B and 826B which a separator 1 has are opened for free passage by slot 821B which omitted the graphic display, unlike the case of the separator 82 of the conventional example, slot 821B which the separators 1, such as this, have is mutually connected to the serial about the conduction of a heat carrier 99 between through hole 825B and through hole 826B.

[0070] It is the same as that of the interconnect relation of slot 821A [in / about interconnect between this slot / a separator 1]. In addition, although the separator which becomes this invention corresponding to the separator 81 of the conventional example to which conduction of the fuel gas 97 is carried out omitted that graphic display, it is fundamentally [as a separator 1] is isomorphous. Then, it will only differ that the separator to which conduction of this fuel gas 97 is carried out is formed in the part to which the flowing path which carries out conduction of the heat carrier 99 opened for free passage by this to through holes 825B and 826B becomes symmetrical with Men to the case of a separator 1.

[0071] By combining separators, such as this, with the fuel cell cel 7 which omitted that graphic display, constituting the unit fuel cell (cell) which omitted that graphic display that becomes this invention, and carrying out the laminating of the plurality of this cell further It is the same as that of cases, such as the cell 8 of the conventional example which used the separators 81 and 82 of the conventional example etc., and the stack 9 of the conventional example, to constitute the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell (stack) which omitted that graphic display that becomes this invention.

[0072] Then, with a separator 1, the air as oxidant gas 98 of 1.4 [Nrm3 / min] is supplied to oxidizer electrode layer 7B which omitted the graphic display with the same electrode surface product of 50 [cm<sup>2</sup>] as the conventional example. The cross section is increasing rather than slot 821A in which 2.0 [mm] and the depth is [width of face] 1.2 [mm], and, as for the dimension of oxidizer electrode layer 7B, the separator 82 of the conventional example has the cross-section dimension of 71[mm]x71[mm] and slot 821A. The total extension which the number of slot 821A which a separator 1 has is 22 [same] as the conventional example, and contains slot 11A is 1.6 [m]. Since conduction of the inside of slot 821A and 11A is carried out by the high-speed rate of flow rather than the case of the conventional example 15 [m/s], the aforementioned air is dynamic pressure deltaplutionium of about 5 [kPa]. It is obtained.

[0073] The separator to which conduction of the fuel gas 97 which was combined with the separator 1 and omitted the graphic display is carried out and which omitted the graphic display supplies the pure hydrogen as fuel gas 97 of 0.17 [Nrm3 / min] to fuel electrode layer 7A with the same electrode surface product of 50 [cm<sup>2</sup>] as oxidizer electrode layer 7B which omitted the graphic display. The dimension of fuel electrode layer 7A is also the same 71[mm]x71[mm] as oxidizer electrode layer 7B, and 2.0 [mm] and the depth make the depth shallower than slot 821A in which width of face is 0.6 [mm] and a separator 1 has the cross-section dimension of slot 811A (the graphic display was omitted.) to which conduction of the fuel gas 97 is carried out. The aforementioned pure hydrogen is carrying out conduction of the inside with the same slot as slot 811A and slot 11A which connects between slot 811A by the rate of flow of three [m/s],



and is dynamic pressure  $\Delta p$  of about 1.6 [kPa]. It is obtained. Although this value is a value with both rate of flow and dynamic pressure smaller than the value about the air in a separator 1, that moisture is generated in the fuel cell cell 7 does not pose a problem from that it is mainly the oxidizer electrode layer 7B side and hydrogen concentration being fully high at all as shown by the aforementioned "2 Formula."

[0074] As for the stack which becomes this invention equipped with the separator with the aforementioned configuration, all 22 slots 811A and 821A are connected to the serial about the conduction of reactant gas. By this, both the rates of flow of the die length (it is duct die-length  $l$  in the aforementioned "formula 8".) of the flowing path of reactant gas and the reactant gas in a flowing path increase first. The aforementioned "formula 12" by this to dynamic pressure  $\Delta p$ . It is this big dynamic pressure  $\Delta p$  about the waterdrop to which it is what (the values of common dynamic pressure  $\Delta p$  in the case of the conventional example are incidentally 0.04 [kPa] extent.) can be increased substantially, and the wall surface of a flowing path adhered. It becomes possible to remove. Therefore, the problem that the effective conduction area of the flowing path of reactant gas decreases because the wall surface which existed in the conventional example adheres to waterdrop will be solved.

[0075] Moreover, conduction of the reactant gas of the same flow rate is carried out to slots, such as this, by all slot 821A of oxidant gas 98 being connected to a serial (it is completely the same as that of the case of slot 821A also about slot 811A to fuel gas 97.). By this, though different [ of the conduction cross section of reactant gas ] exists in each slots, such as this, owing to adhesion of the waterdrop to process tolerance and a wall surface etc., the problem of unequal distribution of the reactant gas to each slot which existed in the conventional example will also be solved. By the shunt of the reactant gas not being carried out, since a desired big value is acquired as a rate of flow of reactant gas even if it increases the cross-section dimension of the flowing path of reactant gas, the problem of the process tolerance about the cross-section dimension of the flowing path of reactant gas is also is mitigated further again.

[0076] It can be made to improve with the cell which becomes this invention equipped with the separator with the aforementioned configuration, as a result of this etc., as that generated-voltage value is shown in drawing 2. Drawing 2 is a graph which shows the example of measurement of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference of the unit fuel cell of the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell which becomes this invention by the example 1 as compared with the case of the conventional example here. In drawing 2 R> 2, a continuous line shows the case where it is based on an example 1, and the dotted line shows the case of the cell 8 of the conventional example. In addition, as for the supply pressure of 20 [%], hydrogen, and air, a hydrogen utilization factor is carried out by 80 [%], and, as for this measurement both, an air utilization rate is carried out for both on condition that 0.1 [MPa]. In drawing 2, since in the case of the conventional example the distribution of reactant gas which carry out conduction to slots, such as this, become unequal because the wall surface of some slots 811A and 821A adheres to waterdrop, it is falling to the generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value of 0.2 [V] which is threshold value with the low current density value. On the other hand, since unequal distribution of reactant gas do not occur by the above mentioned place in this invention, the current density value of the point that that generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value is set to 0.2 [V] which is threshold value can be increased.

[0077] in addition, the water holding-power head  $pk$  by aforementioned "formula 7" with natural, since the stack which becomes this invention equipped with the separator with the aforementioned configuration again can remove said waterdrop to which the wall surface of Slots 811A and 821A adhered as carried out Since  $\Delta p$  value beyond a value is acquired, it does not occur that the above-mentioned water of condensation piles up in slot 811A and 821A. Therefore, in this stack, it will be lost that the constraint which the stack 9 of the conventional example etc. was performing that Slots 811A and 821A must be arranged along the gravity direction is imposed. For this reason, in this stack, no matter it may be installed with what position, it is convenient in any way, for example, the direction of a laminating of a cell may be arranged along the gravity direction. By this, it also becomes possible to reduce the installation



area of a stack.

[0078] Example 2; drawing 3 is drawing which showed typically the important section of the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the example from which this invention corresponding to claims 1 and 2 differs is equipped, and was seen from the same direction as the case of aforementioned drawing 9. In drawing 3, the same sign is given to the same part as the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the conventional example shown in the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by one example of this invention corresponding to claims 1 and 2 shown in drawing 1 is equipped and drawing 8, and drawing 9 is equipped, and that explanation is omitted. In addition, into drawing 3 R> 3, only the typical sign was described about the sign attached by drawing 8 and drawing 9.

[0079] In drawing 3, 2 is the separator which changed the location in which through holes 825A, 826A, 827A, 828A, 825B, and 826B (six through holes, such as this, will be named generically and it will be henceforth described as the aforementioned through hole 825A etc. in explanation of an example 2.) are formed to the separator 1 by this invention shown in drawing 1. The formation location of the through holes 825A, 826A, 827A, and 828A in a separator 1 follows the formation location of the through holes 825A, 826A, 827A, and 828A in the separator 82 of the conventional example etc. Then, the formation location of the through holes 825A, 826A, 827A, and 828A in the separator 82 of the conventional example etc. is defined from the need for equating distribution of the reactant gas to each slots 811A and 821A performed through manifold 823A.

[0080] However, in the separator which becomes this invention that does not use manifold 823A, the features that the problem of unequal distribution of reactant gas over each slot that it explained in the example 1 is solved are maintainable regardless of the formation location of through holes 825A, 826A, 827A, and 828A. Reexamination of the formation location of through holes, such as this in a separator 2, is performed paying attention to this. That is, in a separator 2, although it is being able to check by contrasting drawing 1 and drawing 3, the reactant gas conduction lay length of the slots 811A and 821A of the part which adjoins the aforementioned through hole 825A etc. is somewhat shortened rather than the case of a separator 1. Moreover, spacing of slot 11A which exists in the part which does not adjoin the aforementioned through hole 825A etc. by this, and the end faces 82d and 82e of a separator 2 should be shortened as much as possible. The configuration and dimension which a separator 2 which is different in the separator 1 by these drawing 1 has are explained below from the position of improving a separator 1.

[0081] First, the spacing dimension of slot 11A which exists in the part which does not adjoin the aforementioned through hole 825A etc., and the end faces 82d and 82e of a separator 2 is defined in consideration of formation of 82f of edges, the slot 829 which omitted the graphic display. The location in which the aforementioned through hole 825A etc. is formed is defined in consideration of implementation of formation of slot 827A etc., connection of piping of as opposed to the through hole 931 with a female pipe thread for reactant gas, and wearing of the piping connection object 991 for thermal 99 etc. based on the location of the end faces 82d and 82e defined in this way. The edge of the slots 811A and 821A of the part which adjoins the aforementioned through hole 825A etc., and the location in which slot 11A is formed are defined based on locations, such as the aforementioned through hole 825A, in consideration of formation of the through hole 931 with 82f of edges, a slot 829 and slot where all omitted the graphic display 827A, and a female pipe thread etc. Then, you will make it connected with this etc., the formation location of 82f of edges will be defined, and the flat-surface configuration and dimension of fuel electrode layer 7A which omitted both graphic displays, and oxidizer electrode layer 7B will be improved according to the formation location which is 82f of this edge.

[0082] The stack which becomes this invention equipped with the separator 2 with the aforementioned configuration can reduce an operating area of solid-state polyelectrolyte film 7C which omitted the graphic display while being able to miniaturize the appearance of the direction of a flat surface of the electrode layer of a stack, having the same operation and effectiveness as the stack by the above-mentioned example 1.

Example 3; drawing 4 is drawing which showed typically the important section of the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by one example of this invention corresponding to claims 1 and 3 is equipped, and was seen from the same direction as the case of aforementioned drawing 9. In drawing 4, the same sign is given to the same part as the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the conventional example shown in the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by one example of this invention corresponding to claims 1 and 2 shown in drawing 1 is equipped and drawing 8, and drawing 9 is equipped, and that explanation is omitted. In addition, into drawing 4, only the typical sign was described about the sign attached by drawing 8 R> 8 and drawing 9.

[0083] In drawing 4, 3 is degree separator which forms and becomes so that an account may be carried out about concave slot 821A which is the partial flowing path which carries out conduction of a stop and the oxidant gas 98 for the activity of manifold 823A to the separator 82 by the conventional example shown in drawing 8 and drawing 9. That is, with a separator 3, the plurality (the postscript of the concrete number in this case is carried out.) of slot 821A is first connected mutually to a serial by slot 11A about the conduction of oxidant gas 98. As for such a series-connection way of slot 821A, two or more groups (the case of three groups was illustrated in drawing 4.) are formed. Between the series-connection ways of slot 821A of these two or more groups, the die length of the flowing path of the reactant gas formed by slot 821A and slot 11A shall be set up so that it may become an equivalent value mostly. Then, it connects with juxtaposition mutually through little slot 31A, and each of the series-connection way of slot 821A of these two or more groups is opened for free passage between through hole 825A and through hole 826A.

[0084] In addition, since the relation in connection with the cell and the stack which are constituted using separators, such as relation between the connection relation between the through holes 825B and 826B which a separator 3 has, and slot 821B which omitted the graphic display and a separator 3, and the separator that becomes this invention corresponding to the separator 81 of the conventional example to which conduction of the fuel gas 97 is carried out, and this, is the same as that of the case of the separator 1 by the above-mentioned example 1, that explanation is omitted.

[0085] Then, with a separator 3, the air of 6.7 [Nrm3 / min] is supplied to oxidizer electrode layer 7B which omitted the graphic display with a large electrode surface product called 250 [cm<sup>2</sup>] 5 times as much as the conventional example. The dimension of oxidizer electrode layer 7B of the cross-section dimension of 160[mm]x160[mm] and slot 821A is [ width of face and the depth ] 2 and 0 [mm]. The cross section is increasing rather than slot 821A which the separator 1 by the example 1 has. All the numbers of slot 821A that a separator 1 has are 54, and 18 form each the series-connection way of the aforementioned slot 821A. The total extension containing slot 11A of each series-connection way is 2.85 [m].

[0086] The die length (it is duct die-length  $l$  in the aforementioned "formula 12".) of the flowing path of the reactant gas in a separator 3 is 2.85 [m] of the total extension of the above, and is dynamic pressure  $\Delta p$  plutonium. A value is acquired corresponding to this duct die-length  $l$  of 2.85 [m]. Since both the rates of flow  $u$  of duct die-length  $l$  and reactant gas are set to  $1/n$  when all slot 821A is constituted from a series-connection way of  $n$  (it is  $n=3$  in the case of separator 3.) group to the case where it connects with a serial, about the conduction of reactant gas, it is dynamic pressure  $\Delta p$  plutonium. A value is  $1/n^2$  from the aforementioned "formula 12". It becomes. Dynamic pressure  $\Delta p$  plutonium excessive in the case of the separator which supplies reactant gas to a large electrode surface product by carrying out like this It becomes possible to avoid that of \*\*\*\*\*. Dynamic pressure  $\Delta p$  plutonium in a separator 3 As for the value, about 8 [larger] [kPa] than the case of a separator 1 is still obtained.

[0087] The stack which becomes this invention equipped with the separator 3 with the aforementioned configuration can have the same operation and effectiveness as the stack by the above-mentioned example 1 with a natural thing. And since it has the electrode layer of a large area, in having considered as the configuration by the example 1, it applies, when the pressure for supplying reactant gas becomes excessive, and is a useful configuration.

[0088] Example 4; drawing 5 is drawing which showed typically the important section of the

separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the example from which this invention corresponding to claims 1 and 2 differs further is equipped, and was seen from the same direction as the case of aforementioned drawing 9 . In drawing 5 R> 5, the same sign is given to the same part as the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the conventional example shown in the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by one example of this invention corresponding to claims 1 and 2 shown in drawing 1 is equipped and drawing 8 , and drawing 9 is equipped, and that explanation is omitted. In addition, into drawing 5 , only the typical sign was described about the sign attached by drawing 8 and drawing 9 .

[0089] In drawing 5 , when the separator 1 by this invention shown in drawing 1 has 4, it is the separator with which the series-connection way 41 of slot 821A mutually connected to the serial about the conduction of oxidant gas 98 through same slot 821A fang furrow 11A of plurality (a postscript is carried out.) formed two or more groups (the case of three groups was illustrated in drawing 4 .) which became independent, respectively. In order to distinguish each of two or more series-connection ways 41, in drawing 5 , A, B, and C are attached following the sign 41. Like the case of a separator 1, the both ends of slot 821A are directly open for free passage, and through holes 825A and 826A are formed in each series-connection way 41 to them.

[0090] In addition, since the relation in connection with the cell and the stack which are constituted using separators, such as relation between the connection relation between the through holes 825B and 826B which a separator 4 has, and slot 821B which omitted the graphic display and a separator 4, and the separator that becomes this invention corresponding to the separator 81 of the conventional example to which conduction of the fuel gas 97 is carried out, and this, is the same as that of the case of the separator 1 by the above-mentioned example 1, that explanation is omitted.

[0091] Then, each of the electrode surface product and dimensions of oxidizer electrode layer 7B which omitted the graphic display of the object to which a separator 4 supplies air, all numbers of slot 821A that a separator 4 has, cross-section dimensions, etc. is the same as that of the case of the separator 3 by the aforementioned example 3. For this reason, the die length of the flowing path of reactant gas obtained on each series-connection way 41 and dynamic pressure deltaplutionium A value etc. is the same as that of the case of a separator 3.

[0092] Therefore, the stack which becomes this invention equipped with the separator 4 with the aforementioned configuration will have the same operation and effectiveness as the stack by the above-mentioned example 3. In addition, the stack by this example 4 can adjust the amount of reactant gas supplied to each series-connection way 41 according to an individual if needed, and it will be the case of a stack with a large electrode surface product etc., and can have the features that allocation of the reactant gas in the direction of a field of an electrode can be equated more. Although the supply system of reactant gas and the control system of a reactant gas flow rate which accompany a stack are [ two or more ] necessary, it is effective [ a system ] to use the aforementioned features, when it must operate by the especially little reactant gas amount of supply, or when operation with high current density is needed.

[0093] Example 5; drawing 6 is drawing which showed typically the important section of the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by one example of this invention corresponding to claims 4 and 5 is equipped, and was seen from the same direction as the case of aforementioned drawing 9 R> 9. In drawing 6 , the same sign is given to the same part as the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the conventional example shown in drawing 8 and drawing 9 is equipped, and the explanation is omitted. In addition, into drawing 6 , only the typical sign was described about the sign attached by drawing 8 R> 8 and drawing 9 .

[0094] In drawing 6 , 5 is the separator which opened the activity of manifold 823A for free passage by the stop, and slot 51A was made to open through holes 825A and 826A for free passage directly, and was formed while changing it to concave slot 821A and convex septum 822A and using concave slot 51A and convex septum 52A for it to the separator 82 by the conventional example shown in drawing 8 and drawing 9 , respectively. Through hole 826A which is the tap hole of reactant gas is one of the descriptions which the configuration according

[ being formed in through hole formation section 53A formed in the center section of the separator 5 ] to this example has. Through hole formation section 53A makes septum 52A follow, and it is formed, and both, like convex septum 822A of the conventional example, crownings, such as it, are formed so that it may become the same field as side-face 82c which omitted the graphic display.

[0095] Slot 51A which a separator 5 has having the same cross-section configuration as concave slot 821A of the conventional example, making it continue like a picture drawn without lifting the brush from the paper, as shown in drawing 6 so to speak, as through hole formation section 53A is surrounded between through hole 825A and through hole 826A, and being formed are other descriptions which the configuration by this example has. Then, through hole 825A which is the input of reactant gas is formed in the part of the outermost periphery of the field in which slot 51A was formed.

[0096] In addition, since the relation in connection with the cell and the stack which are constituted using separators, such as relation between the connection relation between the through holes 825B and 826B which a separator 5 has, and slot 821B which omitted the graphic display and a separator 5, and the separator that becomes this invention corresponding to the separator 81 of the conventional example to which conduction of the fuel gas 97 is carried out, and this, is the same as that of the case of the separator 1 by the above-mentioned example 1, that explanation is omitted.

[0097] Then, each of the electrode surface product and dimensions of oxidizer electrode layer 7B which omitted the graphic display of the object to which a separator 5 supplies air, cross-section dimensions of slot 51A which a separator 5 has, total extension, etc. is equivalent to the case of the separator 1 by the aforementioned example 1. For this reason, dynamic pressure delta plutonium obtained with a separator 5 A value etc. is equivalent to the case of a separator 1.

[0098] Therefore, the stack which becomes this invention equipped with the separator 5 with the aforementioned configuration will have the same operation and effectiveness as the stack by the above-mentioned example 1. In addition, conduction of the air to which the stack by this example 5 carries out conduction of the inside of a separator 5 will be carried out entering the interior temperature becomes high relatively in the same unit fuel cell one by one, and it will be discharged from near the core of the unit fuel cell which serves as an elevated temperature most relatively. While the air which carries out conduction of the inside of slot 51A absorbs the steam generated by oxidizer electrode layer 7B as mentioned above, conduction is carried out and it goes, but by the characteristic configuration of this example, carrying out conduction of the inside of slot 51A, this air is that temperature up is carried out one by one, and becomes possible [ also reducing the generation degree of the water of condensation by being supersaturated ] again.

[0099] Although the old explanation in an example 3 - an example 5 did not describe, of course also in this etc., the appearance of the direction of a flat surface of the electrode layer of a stack can be miniaturized as the configuration by the example 2 over an example 1, and same configuration.

Example 6; drawing 7 is drawing which showed typically the important section of the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the example from which this invention corresponding to claims 4 and 5 differs is equipped, and was seen from the same direction as the case of aforementioned drawing 9. In drawing 7, the same sign is given to the same part as the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the conventional example shown in the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by one example of this invention corresponding to claims 4 and 5 shown in drawing 6 is equipped and drawing 8, and drawing 9 is equipped, and that explanation is omitted. In addition, into drawing 7, only the typical sign was described about the sign attached by drawing 8 R> 8 and drawing 9.

[0100] In drawing 7, 6 is the separator which made that appearance configuration the circle configuration to the separator 5 by this invention shown in drawing 6. However, although the through holes 825B and 826B which a separator 6 has are opened for free passage by slot 821B which omitted the graphic display, unlike the case of the separator 82 of the conventional

example, slot 821B which a separator 6 has is formed like slot 51A between through hole 825B and through hole 826B. Moreover, with the separator 6, it is considering as the configuration by the example 2 over an example 1, and the configuration of the same relation.

[0101] In addition, since the relation in connection with the cell and stack which are constituted using separators, such as relation between a separator 6 and the separator which becomes this invention corresponding to the separator 81 of the conventional example to which conduction of the fuel gas 97 is carried out, and this, is the same as that of the case of the separator 1 by the above-mentioned example 1, that explanation is omitted. Then, each of electrode surface products of oxidizer electrode layer 7B which omitted the graphic display of the object to which a separator 6 supplies air, cross-section dimensions of slot 51A which a separator 6 has, total extension, etc. is equivalent to the case of the separator 5 by the aforementioned example 5. For this reason, dynamic pressure  $\Delta p$  obtained with a separator 6 A value etc. is equivalent to the case of a separator 6. Therefore, the stack which becomes this invention equipped with the separator 6 with the aforementioned configuration will have the same operation and effectiveness as the stack by the above-mentioned example 5. That is, by the stack which becomes this invention, it can be said that the appearance of a separator has the features which there are not what is limited to a rectangle and can be formed in a proper configuration if needed putting an example 5 and an example 6 together.

[0102] As the flowing paths of the reactant gas with which a separator is equipped surrounded the through hole formation section formed in the center section of the separator, it came by old explanation in an example 5 and an example 6 noting that it was formed, as it moreover moved in a zigzag direction, but it is not limited to this, and it may be formed as the flowing paths of reactant gas surround the through hole formation section spirally.

[0103] In the old explanation in an example 1 - an example 6, although the separator with which a stack is equipped came noting that it had the same basic configuration as the separators 81 and 82 by the conventional example, it is not limited to this and may have the same basic configuration as the separators 83 and 84 by the conventional example which is different. However, in the separator which has the series-connection way where plurality so that according to an example 4 became independent, it is [ from / in reducing the leakage of the independent reactant gas between series-connection ways ] desirable to perform consideration which arranges the through hole (for example, it is an input comrade's thing.) which has an equivalent pressure value mutually so that it may adjoin mutually.

[0104]

[Effect of the Invention] In this invention, degree effectiveness which carries out an account is done so by considering as the configuration stated by the term of aforementioned The means for solving a technical problem.

\*\* The die length of the rate of flow of the reactant gas which carries out conduction of the inside of the flowing path of a separator, and the flowing path of reactant gas can increase the dynamic pressure obtained by increasing simultaneously, and becomes possible [ removing the waterdrop adhering to the wall surface of a flowing path using this big dynamic pressure ]. Equal distribution of reactant gas can be attained by this, and it becomes possible to do improvement of the current density value which turns into a generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value of 0.2 [V] which is threshold value in the generation-of-electrical-energy engine performance of a solid-state polyelectrolyte mold fuel cell (stack) in about 30 [%].

[0105] \*\* Even if different is in the cross section of a flowing path by connecting with a serial mutually and having formed the flowing path of reactant gas between the input of reactant gas, and a tap hole, the flow rate of reactant gas can be made eternal, and it becomes possible to solve the problem by unequal distribution of reactant gas.

\*\* Installation of the manifold to the parts of input and a tap hole can be made unnecessary by connecting with a serial mutually and having formed the flowing path of reactant gas between the input of reactant gas, and a tap hole. While this becomes possible to form input and a tap hole in a proper part and being able to miniaturize the appearance of the direction of a flat surface of the electrode layer of a stack, it becomes possible to reduce the manufacturing cost.

[0106] \*\* Between the input of reactant gas, and a tap hole, mutually, it connects with a serial

and the flowing path of reactant gas is formed, and by the shunt of the reactant gas being made not to be carried out, even if it increases the cross-section dimension of the flowing path of reactant gas, a desired big value will be acquired as a rate of flow of reactant gas. Thereby, the process tolerance about the cross-section dimension of the flowing path of reactant gas is mitigated, and it becomes possible to reduce the manufacturing cost of a stack also by this.

[0107] \*\* Since big dynamic pressure's being obtained is that the water of condensation which piles up in the flowing path of reactant gas is certainly removable as described above, in the stack by this invention, the constraint like the conventional example that the flowing path of reactant gas must be arranged along the gravity direction will be canceled. This becomes possible to install a stack with a proper position, and it becomes possible to reduce the installation area of a stack.

[0108] \*\* By forming the tap hole of reactant gas in the center section of the separator, carrying out conduction of the flowing path, it is that temperature up is carried out one by one, and reactant gas becomes possible [ reducing the generation degree of the water of condensation by being supersaturated ].

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing which showed typically the important section of the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by one example of this invention corresponding to claims 1 and 2 is equipped, and was seen from the same direction as the case of after-mentioned drawing 9

[Drawing 2] The graph which shows the example of measurement of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference of the unit fuel cell of the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell which becomes this invention by the example 1 as compared with the case of the conventional example

[Drawing 3] Drawing which showed typically the important section of the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the example from which this invention corresponding to claims 1 and 2 differs is equipped, and was seen from the same direction as the case of after-mentioned drawing 9

[Drawing 4] Drawing which showed typically the important section of the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by one example of this invention corresponding to claims 1 and 3 is equipped, and was seen from the same direction as the case of after-mentioned drawing 9

[Drawing 5] Drawing which showed typically the important section of the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the example from which this invention corresponding to claims 1 and 2 differs further is equipped, and was seen from the same direction as the case of after-mentioned drawing 9

[Drawing 6] Drawing which showed typically the important section of the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by one example of this invention corresponding to claims 4 and 5 is equipped, and was seen from the same direction as the case of after-mentioned drawing 9

[Drawing 7] Drawing which showed typically the important section of the separator with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell by the example from which this invention corresponding to claims 4 and 5 differs is equipped, and was seen from the same direction as the case of after-mentioned drawing 9

[Drawing 8] The sectional view which showed typically where the important section of the unit fuel cell with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell of the conventional example is equipped is developed, and was seen from the upper part side

[Drawing 9] Drawing seen from P arrow in drawing 8 of the separator shown in drawing 8

[Drawing 10] With the block diagram of an important section having shown typically the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell of a conventional example, (a) is the side elevation and (b) is the plan.

[Drawing 11] The detail sectional view of the Q section in drawing 10

[Drawing 12] The sectional view which showed typically where the important section of the unit fuel cell of a different case with which the solid-state polyelectrolyte mold fuel cell of the conventional example is equipped is developed, and was seen from the upper part side

[Description of Notations]

1 Separator  
11A Slot  
821A Partial flowing path (slot)  
825A Through hole  
826A Through hole  
825B Through hole  
826B Through hole

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-50819

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 M 8/02

H 0 1 M 8/02

R

8/10

8/10

B

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願平7-202943

(22) 出願日

平成7年(1995)8月9日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 榎並 義晶

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

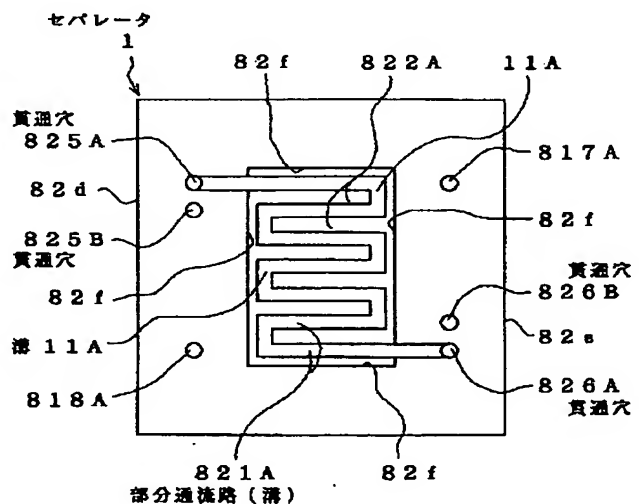
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 固体高分子電解質型燃料電池

(57) 【要約】

【目的】セパレータが有する燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させる通流路の壁面に付着した水滴の除去を可能とする固体高分子電解質型燃料電池を提供する。

【構成】セパレータ1は、固体高分子電解質型燃料電池に用いられている従来例のセパレータに対し、マニホールドの使用を止めると共に、貫通穴825A、826Aを、酸化剤ガスを流通させる部分通流路である溝821Aに直接に連通させて形成している。また、セパレータ1が複数有する溝821Aの相互間には、溝821Aと同一の断面形状をした溝11Aによって、酸化剤ガス98の流通に関して互いに直列に接続されている。そうして、セパレータ1が有する貫通穴825B、826Bは、従来例と同様に図示しない熱媒を流通させる溝に連通されているのであるが、これ等の熱媒流通用の溝は、従来例のセパレータの場合とは異なり、貫通穴825Bと貫通穴826Bとの間に熱媒の流通に関して互いに直列に接続されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】シート状の固体高分子電解質材の電解質膜と、その両主面のそれぞれに接合された燃料電極膜および酸化剤電極膜とを有し、燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生する燃料電池セルと、燃料電池セルの両主面のそれぞれに対向させて配置されたセパレータとを備え、

セパレータは、燃料電池セルに供給される前記のガスがセパレータに流入される流入口と、前記のガスがセパレータから流出される流出口と、セパレータの燃料電池セルと対向される側の面に沿って形成されて前記のガスを通流させると共に、前記の流入口および流出口に連通された通流路とを有し、この通流路は、前記のガスを通流路に通流させる際に発生する圧力降下値が、通流路が持つ水保持力ヘッド値よりも大きくなるように設定される、固体高分子電解質型燃料電池において、セパレータは、燃料電池セルに対向する面に対してほぼ直交し、しかも、互いにほぼ平行する一対の端面を有し、前記の通流路はこの端面にほぼ直交される関係で複数が互いにほぼ平行されて形成された部分通流路を主体として形成され、これ等の部分通流路は、前記のガスの通流に関して互いに直列に接続された部分を有して前記の流入口および流出口に連通されてなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項2】請求項1に記載の固体高分子電解質型燃料電池において、

セパレータが有する複数の部分通流路は、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセパレータに流入される流入口と、前記のガスがセパレータから流出される流出口との間に、その全てが互いに直列に接続されて連通されてなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項3】請求項1に記載の固体高分子電解質型燃料電池において、

セパレータが有する複数の部分通流路は、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセパレータに流入される流入口と、前記のガスがセパレータから流出される流出口との間に、その一部の複数の互いに直列に接続された直列接続群を複数形成し、この部分通流路の直列接続群は、互いに並列となる相互関係とされて、流入口と流出口とにそれぞれ連通されてなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項4】シート状の固体高分子電解質材の電解質膜と、その両主面のそれぞれに接合された燃料電極膜および酸化剤電極膜とを有し、燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生する燃料電池セルと、燃料電池セルの両主面のそれぞれに対向させて配置されたセパレータとを備え、

セパレータは、燃料電池セルに供給される前記のガスがセパレータに流入される流入口と、前記のガスがセパレータ

ータから流出される流出口と、セパレータの燃料電池セルと対向される側の面に沿って形成されて前記のガスを通流させると共に、前記の流入口および流出口に連通された通流路とを有し、この通流路は、前記のガスを通流路に通流させる際に発生する圧力降下値が、通流路が持つ水保持力ヘッド値よりも大きくなるように設定される、固体高分子電解質型燃料電池において、セパレータが有する通流路は、流入口および流出口の内の一方を囲むようにして、しかも、前記のガスの通流に関して連続させて形成され、この通流路の一方の端部は、流入口および流出口の内の一方に接続され、この通流路の他方の端部は、通流路が形成された領域の外側に形成された流入口および流出口の内の他方に接続されてなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項5】請求項4に記載の固体高分子電解質型燃料電池において、

セパレータは、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセパレータに流入される流入口を通流路が形成された領域の外側に形成し、前記のガスがセパレータから流出される流出口を通流路が形成された領域の中央部に形成してなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、固体高分子電解質型燃料電池に係わり、セパレータが有する燃料ガスおよび酸化剤ガスを通流させる通流路を、通流路の壁面に付着した水滴の除去を可能とするように改良したその構造に関する。

【0002】

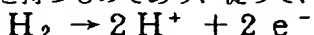
【従来の技術】燃料電池は水素と酸素とを利用して直流電力を発生する一種の発電装置であり、すでによく知られているとおり、他のエネルギー機関と比較して、電気エネルギーへの変換効率がよく、しかも、炭酸ガスや窒素酸化物等の大気汚染物質の排出量が少ないことから、いわゆるクリーン・エネルギー源として期待されている。この燃料電池としては、使用される電解質の種類により、固体高分子電解質型、りん酸型、熔融炭酸塩型、固体炭酸物型などの各種の燃料電池が知られている。

【0003】これ等の燃料電池の内、固体高分子電解質型燃料電池は、分子中にプロトン（水素イオン）交換基を有する高分子樹脂膜を飽和に含水させると、低い電気抵抗率を示してプロトン導電性電解質として機能することを利用した燃料電池である。分子中にプロトン交換基を有する高分子樹脂膜（以降、固体高分子電解質膜または単にPE膜と略称することがある。）としては、パーフルオロスルホン酸樹脂膜（例えば、米国のデュポン社製、商品名ナフィオン膜）を代表とするフッ素系イオン交換樹脂膜が現時点では著名であるが、この他に、炭水素系イオン交換樹脂膜、複合樹脂膜等が用いられてい

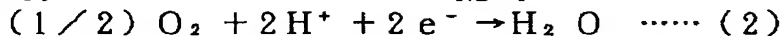
る。これ等の固体高分子電解質膜（PE膜）は、飽和に含水されることにより、常温で20〔Ω・cm〕以下の電気抵抗率を示し、いずれも、プロトン導電性電解質として機能する膜である。

【0004】この種の装置として同じ出願人より出願された固体高分子電解質型燃料電池が、特開平6-96777号公報により公知となっている。以下に、この特開平6-96777号公報により公知となっている固体高分子電解質型燃料電池の内容を基にして、従来例の固体高分子電解質型燃料電池について説明する。まず、従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える単位燃料電池を、図8、図9を用いて説明する。ここで、図8は、従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える単位燃料電池の要部を展開した状態で模式的に示してその上部側から見た断面図であり、図9は、図8中に示したセパレータの図8におけるP矢方向から見た図である。

【0005】図8、図9において、8は、燃料電池セル7と、その両主面のそれぞれに対向させて配置されたセパレータ81、82などで構成された単位燃料電池（以降、単電池と略称することがある。）である。燃料電池セル7は、シート状の固体高分子電解質膜7Cと、シート状の燃料電極膜（アノード極でもある。）7Aと、シート状の酸化剤電極膜（カソード極でもある。）7Bとで構成されている。この燃料電池セル7は、燃料電極膜7Aに後記する燃料ガス97の、また、酸化剤電極膜7Bに後記する酸化剤ガス98の供給をそれぞれ受けて、後記する電気化学反応によって直流電力を発生する。固体高分子電解質膜7Cには、前記のPE膜が用いられている。このPE膜7Cは、0.1〔mm〕程度の厚さ寸法と、電極膜7A、7Bの面方向の外形寸法よりも大きい面方向の外形寸法を持つものであり、従って、電極



【0010】また、酸化剤電極膜7B側では「2式」による電気化学反応が起こる。



【0012】すなわち、これらの電気化学反応の結果、燃料電極膜7Aで生成された $\text{H}^+$ イオン（プロトン）は、PE膜7C中を酸化剤電極膜7Bに向かって移動し、また、電子（ $\text{e}^-$ ）は、固体高分子電解質型燃料電池の図示しない負荷装置を通して酸化剤電極膜7Bに移動する。一方、酸化剤電極膜7Bでは、酸化剤ガス98中に含有される酸素と、PE膜7C中を燃料電極膜7Aから移動してきた $\text{H}^+$ イオンと、負荷装置を通して移動してきた電子とが反応し、 $\text{H}_2\text{O}$ （水蒸気）が生成される。かくして、固体高分子電解質型燃料電池は、水素と酸素とを得て直流電力を発生し、そうして、副生成物として $\text{H}_2\text{O}$ （水蒸気）を生成している。

【0013】前記の機能を備える燃料電池セル7の厚さ寸法は、多くの場合に1〔mm〕前後程度あるいはそれ以下であり、燃料電池セル7においてPE膜7Cは、燃

膜7A、7Bの周辺部には、PE膜7Cの端部との間にPE膜7Cの露出面が存在することになる。燃料電極膜7Aの外側面が、燃料電池セル7の一方の側面7aであり、酸化剤電極膜7Bの外側面が、燃料電池セル7の他方の側面7bである。

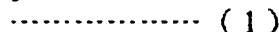
【0006】燃料電極膜7Aおよび酸化剤電極膜7Bは共に、触媒活物質を含む触媒層と電極基材とを備えて構成されており、前記の触媒層側でPE膜7Cの両主面にホットプレスにより密着させるのが一般である。電極基材は、触媒層を支持すると共に反応ガス（以降、燃料ガスと酸化剤ガスを総称してこのように言うことが有る。）の供給および排出を行い、しかも、集電体としての機能も有する多孔質のシート（使用材料としては、例えば、カーボンペーパーが用いられる。）である。

【0007】燃料電極膜7A、酸化剤電極膜7Bに反応ガスが供給されると、それぞれの電極膜7A、7Bに備えられた触媒層と、PE膜7Cとの界面に、気相（燃料ガスまたは酸化剤ガス）・液相（固体高分子電解質）・固相（燃料電極膜、酸化剤電極膜が持つ触媒）の三相界面が形成され、電気化学反応を生じさせることで直流電力を発生させている。なお、触媒層は多くの場合に、微小な粒子状の白金触媒とはっ水性を有するフッ素樹脂とから形成されており、しかも層内に多数の細孔が形成されるようにすることで、反応ガスの三相界面までの効率的な拡散を維持すると共に、十分広い面積の三相界面が形成されるように構成されている。

【0008】この三相界面では、次記する電気化学反応が生じる。まず、燃料電極膜7A側では「1式」による電気化学反応が起こる。

【0009】

【化1】



【0011】

【化2】

料ガス97と酸化剤ガス98との混合を防止するための、シール用膜の役目も兼ねていることになる。また、セパレータ81とセパレータ82とは、燃料電池セル7への反応ガスの供給と、余剰となった反応ガスの燃料電池セル7からの排出、燃料電池セル7で発生された直流電力の燃料電池セル7からの取り出し、直流電力の発生に関連して燃料電池セル7で発生する熱を燃料電池セル7から除去する役目などを担うものである。セパレータ81、82は共に、ガスを透過せず、かつ、良好な熱伝導性と良好な電気伝導性を備え、しかも、生成水を汚損させることの無い材料（例えば、炭素系の材料、金属材料が使用されている。）を用いて、同形の直方体状に製作されている。そうして、セパレータ81、82は、燃料電池セル7と対向し合う側面81a、82aと、側面81a、82aと反対側の側面81b、82bと、側面

81a, 82aのそれぞれから電極膜7A, 7Bの厚さ寸法に見合う寸法だけ段差を設けて形成された、電極膜7A, 7Bと対向し合う側面81c, 82cとを有している。また、セパレータ82について説明すると、側面82aと側面82bに対して直交し、しかも、互いに平行する一対の端面82d, 82eを有している。セパレータ81も、端面82d, 82eと同様の端面を有している。セパレータ82は、その側面82cを燃料電池セル7の側面7bに、その側面82aをPE膜7Cの露出面にそれぞれ密接させて、また、セパレータ81は、その側面81cを燃料電池セル7の側面7aに、その側面81aをPE膜7Cの露出面にそれぞれ密接させて、それぞれ燃料電池セル7を挟むようにして配設されている。

【0014】セパレータ81, 82には、燃料電池セル7に反応ガスの供給、排出を行うための通路路として、燃料電池セル7と対向される側の面でもある側面81c, 82cに沿って、しかも、前記の端面82d, 82e（セパレータ82の場合）に直交される関係で、それぞれのガスを流通させる部分通路路である凹状の溝が複数個備えられている。すなわち、セパレータ81は、燃料電池セル7の側面7aに接する側面81c側に沿って、燃料ガス97を流通させると共に、未消費の水素を含む余剰となった燃料ガス97を排出するための間隔を設けて設けられた凹状の溝811Aと、この溝811A間に介在する凸状の隔壁812Aとが、互いに交互に形成されている。セパレータ82は、燃料電池セル7の側面7bに接する側面82c側に沿って、酸化剤ガス98を流通させると共に、未消費の酸素を含む余剰となった酸化剤ガス98を排出するための間隔を設けて設けられた凹状の溝821Aと、この溝821A間に介在する凸状の隔壁822Aとが、互いに交互に形成されている。なお、凸状の隔壁812A, 822Aの頂部は、それぞれ、セパレータ81, 82のそれぞれの側面81c, 82cと同一面になるように形成されている。なお、セパレータ81, 82の側面81a, 82aと側面81c, 82cとは、電極膜7A, 7Bの周辺部の寸法に見合う寸法を持つ縁部81f, 82fで接続されている。

【0015】また、セパレータ82に代表させて説明すると、セパレータ82に形成されているそれぞれの溝821Aの両端部は、これ等の溝821Aが互いに並列になって、マニホールド823A, 823Aに連通されている。それぞれのマニホールド823Aは、凹状をした溝状に形成されており、燃料ガス97の流通面積に関して、溝821Aが持つ流通面積よりも広い面積を有している。このマニホールド823A, 823Aの端部には、側面82bに開口する1対の貫通穴825A, 826Aが形成されている。貫通穴825Aは、セパレータ82における酸化剤ガス98の流入口であり、貫通穴826Aは、セパレータ82における酸化剤ガス98の流

出口である。側面82aと側面82bとを結んで、図9中に示すように、貫通穴825A, 826Aに対して、互いにたすき掛けの位置関係となる部位に貫通穴817A, 818Aが形成されている。この貫通穴817A, 818Aは、セパレータ82における燃料ガス97を流通させるための貫通穴である。

【0016】このように構成されたセパレータ82内を流通する酸化剤ガス98は、貫通穴825Aからセパレータ82に流入してきて、一方のマニホールド823Aを介して複数の溝821Aに分配して流通し、他方のマニホールド823Aにおいて合流されて、貫通穴826Aから流出されることになる。この間、それぞれの溝821Aの酸化剤ガス98の流入側と流出側とは、前記の構成を持つマニホールド823A, 823Aがそれぞれ形成されていることで、酸化剤ガス98は、それぞれの溝821Aに均等に分配されて流通されることになるのである。

【0017】その図示を省略したが、セパレータ81にも、セパレータ82における貫通穴825A, 826Aおよび貫通穴817A, 818Aと同様の、溝811Aに連通された燃料ガス97の流入口、流出口となる貫通穴と、この貫通穴に対してたすき掛けの位置関係となる部位に酸化剤ガス98を流通させるための貫通穴とが形成されている。そうして、セパレータ81, 82に形成された、前記した溝811A, 821Aの形状・寸法は、反応ガスを溝811A, 821Aに流通させる際に発生する圧力降下値 $\Delta p_s$ の値が、溝811A, 821Aのそれぞれが持つ、水保持力ヘッド $p_k$ （特開平6-96777号公報中に示されているもので、後記の「式7」を参照のこと。）値よりも大きくなるように設定されている。

【0018】また、セパレータ81, 82には、燃料電池セル7で発生した熱を燃料電池セル7から除去するための熱交換体として、熱媒99を流通させる溝が備えられている。すなわち、セパレータ82には、その側面82b側に熱媒99を流通させる凹状の溝821Bが形成され、セパレータ81にも、その側面81b側に熱媒99を流通させる凹状の溝811Bが形成されている。セパレータ82に形成されている貫通穴825B, 826Bは、熱媒99を流通させる貫通穴であり、溝821Bに連通されている。

【0019】さらに、73は、前記したガス通路路中を流通する反応ガスが、ガス通路路外に漏れ出るのを防止する役目を負う弾性材製のガスシール体（例えば、リングである。）である。ガスシール体73は、それぞれのセパレータ81, 82の周縁部に形成された凹形状の溝819, 829内に収納されて装着されている。また、セパレータ81の側面81b, セパレータ82の側面82bには、溝811B, 821Bを取り巻いて、凹形状の溝818B, 828Bがそれぞれ形成されてい

る。これ等の凹形状の溝は、熱媒 9 9 が漏れ出るのを防止するための、弾性材製のシール体（例えば、Ｏリングである。）を収納するためのものである。

【0020】ところで公知のごとく、1 個の燃料電池セル 7 が発生する電圧は、1 [V] 程度以下と低い値である。このため、前記の構成を持つ単電池 8 は、その複数個（数十個から数百個であることが多い。）を、燃料電池セル 7 の発生電圧が互いに直列接続されるように積層した単電池の積層体として構成し、電圧を高めて実用に供されるのが一般である。次に、この単電池の積層体である固体高分子電解質型燃料電池の従来例について説明する。

【0021】図 10 は、従来の一例の固体高分子電解質型燃料電池を模式的に示した要部の構成図で、(a) はその側面図であり、(b) はその上面図であり、図 11 は、図 10 における Q 部の詳細断面図である。図 10、図 11 において、図 8、図 9 に示した単電池と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図 10、図 11 中には、図 8 で付した符号については、代表的な符号のみを記した。図 10、図 11 において、9 は、複数（図 10 では、単電池 8 の個数が 8 個である場合を例示した。）の単電池 8 を積層して構成された、単電池 8 の積層体を主体とする固体高分子電解質型燃料電池（以降、スタックと略称することがある。）である。

【0022】スタック 9 は、単電池 8 の積層体の両端部に、単電池 8 で発生した直流電力をスタック 9 から取り出すための、銅材等の導電材製の集電板 9 1、9 1 と、単電池 8、集電板 9 1 を構造体から電気的に絶縁するための電気絶縁材製の電気絶縁板 9 2、9 2 と、両電気絶縁板 9 2 の両外側面側に配設される鉄材等の金属製の加圧板 9 3、9 4 とを順次積層して構成されている。そうして、加圧板 9 3、9 4 にそれぞれの外側面側から複数の締付けボルト 9 5 により適度の加圧力を与えるようにしている。

【0023】図 11 において、8 2 5 A は、溝 8 2 1 A に連通している酸化剤ガス 9 8 の流入口となる貫通穴であり、溝 8 2 7 A は、貫通穴 8 2 5 A の側面 8 2 b への開口部を取り巻いて、酸化剤ガス 9 8 がこの部位からガス通路外に漏れ出るのを防止する役目を負う弾性材製のガスシール体（例えば、Ｏリングである。）9 8 2 を収納するための凹形状の溝である。集電板 9 1、電気絶縁板 9 2、加圧板 9 3 には、図 11 中に示されているように、貫通穴 8 2 5 A と合致される部位に、貫通穴 9 1 1、9 2 1、および管用めねじ付きの貫通穴 9 3 1 がそれぞれ形成されている。また、集電板 9 1、電気絶縁板 9 2、加圧板 9 3 にはその図示を省略したが、溝 8 1 1 A に連通している貫通穴（貫通穴 8 2 5 A と同様の貫通穴である。）と合致される部位に、貫通穴 9 1 1、9 2 1 と同様の貫通穴、および管用めねじ付きの貫通穴 9 3 1 と同様の貫通穴 9 3 2 がそれぞれ形成されている。さ

らに、加圧板 9 4 にも、貫通穴 9 3 1、9 3 2 と同様の貫通穴 9 4 1、9 4 2 がそれぞれ形成されており、加圧板 9 4 と隣接されている電気絶縁板 9 2、集電板 9 1 にも、貫通穴 9 4 1、9 4 2 と合致される部位に、貫通穴 9 2 1、9 1 1 と同様の貫通穴がそれぞれ形成されている。

【0024】これ等により、複数の単電池 8 を積層する際に、全部の単電池 8 がそれぞれに持つ溝 8 2 1 A は酸化剤ガス 9 8 用のガス通路路に関して互いに連通されることになる。このことは燃料ガス 9 7 用の溝 8 1 1 A に関しても同様である。そうして、加圧板 9 4 のスタック 9 の外側面となる側面の貫通穴 9 4 1 には、燃料ガス 9 7 が供給され、貫通穴 9 4 2 からは、余剰分の酸化剤ガス 9 8 が排出される。また、加圧板 9 3 のスタック 9 の外側面となる側面の貫通穴 9 3 1 には、酸化剤ガス 9 8 が供給され、貫通穴 9 3 2 からは、余剰分の燃料ガス 9 7 が排出される。そうして、集電板 9 1 の一方の側面の貫通穴 9 1 1 の開口部、および、電気絶縁板 9 2 が持つ貫通穴 9 2 1 の一方の側面側の開口部には、それぞれの貫通穴を取り巻いて、凹形状の溝 9 1 2、9 2 2 が形成されている。これ等の溝 8 2 7 A、9 1 2、9 2 2 には、ガスシール体 9 8 2 が装着されている（図 11 を参照）。

【0025】また、スタック 9 においては、複数の単電池 8 を積層する際に、全部の単電池 8 がそれぞれに持つ溝 8 1 1 B、8 2 1 B は、熱媒 9 9 の通流に関して互いに並列となるようにして、その熱媒 9 9 の流入部（貫通穴 8 2 5 B などである。）同志および流出部（貫通穴 8 2 6 B などである。）同志が、互いに連通されて接続される。したがって、全部の単電池 8 がそれぞれに持つ溝 8 1 1 B、8 2 1 B の熱媒 9 9 の流入部は、熱媒 9 9 の通路路に関して連続させて接続されている。また同様に、全部の溝 8 1 1 B、8 2 1 B の熱媒 9 9 の流出部は、熱媒 9 9 の通路路に関して連続させて接続されている。加圧板 9 4 と加圧板 9 4 に隣接している電気絶縁板 9 2、集電板 9 1 とには、前記の熱媒 9 9 の流入部に連通している明示しない貫通穴が形成されている。また、加圧板 9 3 と加圧板 9 3 に隣接している電気絶縁板 9 2、集電板 9 1 とには、前記の熱媒 9 9 の流出部に連通している明示しない貫通穴が形成されている。これ等の貫通穴の内、加圧板 9 3、9 4 に形成された貫通穴には、熱媒 9 9 用の配管接続体 9 9 1 がそれぞれ装着されている。

【0026】締付けボルト 9 5 は、加圧板 9 3、9 4 に跨がって装着される六角ボルト等であり、それぞれの締付けボルト 9 5 は、これ等と嵌め合わされる六角ナット等と、安定した加圧力を与えるための皿ばね、ガス圧式の加圧体等と協同して、単電池 8 をその積層方向に加圧する。この締付けボルト 9 5 が単電池 8 を加圧する加圧力は、燃料電池セル 7 の見掛けの表面積あたりで、5

〔kg/cm<sup>2</sup>〕内外程度であるのが一般である。

【0027】前述のように構成されたスタック9において、燃料電池セル7に使用されているPE膜7Cは、前述したとおりに飽和に含水させることにより良好なプロトン導電性電解質として機能する膜であり、乾燥して含水量が低下した場合には、その電気抵抗値が増大することでスタック9の発電性能は低下する。こうしたことの発生を防止するために、燃料電池セル7に供給される反応ガスは、適度の湿度値に加湿され、しかも、後記するスタック9の運転温度に対応させた温度に加熱されてスタック9に供給されている。

【0028】ところで、PE膜7C部の温度、従って、単電池8の温度は、発電運転時に燃料電池セル7で生成される水分を円滑に蒸発させるなどのために、50～100〔℃〕程度の温度で使用されるのが一般である。また、燃料電池セル7で行われる前記の「1式」、「2式」で記述した電気化学反応は、発熱反応である。従って、燃料電池セル7で「1式」、「2式」による電気化学反応によって発電を行う際には、発生される直流電力値とほぼ同等値の熱が発生することも避けられないものである。単電池8の温度を50～100〔℃〕程度に維持するためには、この損失による熱を燃料電池セル7から除去する必要がある。

【0029】始動時におけるまだ低温のスタック9を50～100〔℃〕程度の温度に加熱したり、また、運転時温度を50～100〔℃〕程度の温度に維持するために、発電運転中のスタック9から発熱反応による発生した熱量を除去するのが、例えば、市水である熱媒99の主たる役目である。単電池8では、例えば、50～100〔℃〕程度の温度に調整された熱媒99が、セパレータ81、82に形成された溝811B、821B中を通流することで、燃料電池セル7は、その適温に維持されて運転されるのである。この熱媒99は、この事例の場合には、加圧板94に装着された配管接続体991からスタック9に流入し、加圧板93に装着された配管接続体991からスタック9の外部に流出されている。

【0030】なおセパレータとして、一方の側面に燃料ガス97を通流させる溝811Aを、また、他方の側面に酸化剤ガス98を通流させる溝821Aを、それぞれ形成するようにしたものも知られている。さらにまた、単電池として、熱交換体としての熱媒99を通流させる溝が備えられていないセパレータを用い、その代わりに、単電池の積層体中に、熱交換体としての専用の冷却体を介挿するようにしたスタックも知られている。この場合には、冷却体には適宜の配管を介して熱媒99の供給を行うことが一般である。

【0031】従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える単位燃料電池（単電池）として、図12に示した構成を持つ単電池も知られている。ここで、図12は、従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える異なる事例

の単位燃料電池の要部を展開した状態で模式的に示してその上部側から見た断面図である。図12において、図8、図9に示した従来例による単位燃料電池と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0032】図12において、8Aは、図8、図9に示した従来例による単電池8に対して、セパレータ81、82に替えて、セパレータ83、84を用いるようにした単電池である。セパレータ84は、単電池8が持つセパレータ82に対して、セパレータ本体部84Aと反応ガス通流部84Bとで構成されている。反応ガス通流部84Bは、ガスを透過することができ、かつ、良好な熱伝導性と良好な電気伝導性を備え、しかも、生成水を汚損させることの無い材料（例えば、多孔質の炭素系の材料、金属材料が使用されている。）を用いて製作されている。そうして、反応ガス通流部84Bには、セパレータ82が持つものと同一の、複数の溝821A、隔壁822Aと、マニホールド823A、823Aとが形成されており、反応ガス通流部84Bをセパレータ本体部84Aに組み込むことで、セパレータ84は、セパレータ82の持つ機能を全て備えることになる。セパレータ83も、単電池8が持つセパレータ81に対して、セパレータ本体部83Aと、反応ガス通流部84Bと同様の構造を持つ反応ガス通流部83Bとで構成され、反応ガス通流部83Bをセパレータ本体部83Aに組み込むことで、セパレータ81の持つ機能を全て備えることになる。

【0033】セパレータ83、84においては、反応ガスは、溝811A、821A中を通流しつつ、ガスの透過性を持つ反応ガス通流部83B、84Bを透過して、燃料電極膜7Aと酸化剤電極膜7Bに供給されるのである。その際、セパレータ83、84が電極膜7A、7Bの外側面と接触し合う面である側面81c、82cは、隔壁812A、822Aの頂部でのみ接触するセパレータ81、82の場合とは異なり、電極膜7A、7Bの全側面と接触し合うことが利点となっている。これにより、電極膜7A、7Bに発生する応力値を、局所的な応力が発生することになるセパレータ81、82を用いる場合よりも低減することができるのである。この単電池8Aも、単電池8の場合と同様に、スタック9に組み込まれて使用されている。

【0034】前述の構成を持つスタック9では、前述のとおり発電の副生成物として水蒸気が生成されるが、この水蒸気は反応ガスに含まれて、余剰となった反応ガスと共にスタック9から排出される。これにより、単電池8、8A内の反応ガスには、その通流方向に沿って含まれる水蒸気量に、下流側となるほど多量となるような分布が生じることとなる。このために、反応ガスを飽和に近く加湿してスタック9に供給した場合などでは、溝811A、821A中を通流する反応ガスでは、反応ガスの流出口（貫通穴826Aなどである。）に近くなる



と、過飽和な水蒸気が含まれることが有り得ることになる。そうしてこの場合には、流出口近くの反応ガス中には過飽和に相当する水蒸気が凝縮して、液状の凝縮水が存在することとなる。この凝縮水の存在は、反応ガスの通流を阻害することになって、燃料電池セル7への反応ガスの供給量が不足し、燃料電池セル7の発電能力の低下を招くことになる。これを解消するためには、単電池8、8A内から凝縮水を速やかに排出することが肝要となる。

【0035】凝縮水を単電池（単電池8、8Aなどである。）内から排出する方法としては、次記の方法がある。

- ①毛管力による吸い出し。
- ②単電池の発熱を利用しての蒸発。
- ③反応ガスの圧力を利用して押し出し。

【0036】前記の①項による方法は、反応ガスとして水素と酸素とを用いる初期の宇宙用燃料電池に用いられた。前記の②項による方法は、例えば、同じ出願人より出願された、特願平6-245813号による固体高分子電解質型燃料電池の運転方法に開示されている方法である。この方法は、単電池の運転温度を高めるか、単電池に供給する反応ガスの加湿度を低くすることで、凝縮水が単電池内に生成されることを防止する方法であるが、その欠点は、PE膜が乾燥されるのを防ぎつつ水が適度に蒸発するようにするために、微妙な温度・湿度の管理・調整が必要になることである。前記の③項による方法は、反応ガスを通流させる通流路（溝811A、溝821Aなどである。）中を通流する反応ガスに発生する圧力降下を用いて、凝縮水を通流路から押し出して排出する方法である。圧力降下値は、反応ガス通流路の断面寸法、長さ寸法と反応ガスの流量によって定まり、圧力降下値が大きいほど、凝縮水を排出する能力が増大される。この発明は、この③項による方法に属するものであるから、以下に、この方法についてさらに説明を続ける。

【0037】一般的な事例として、互いに並列に接続された

$$(2\sigma \cdot \cos \phi / r) - \rho g h \cdot \cos \theta < \Delta p_s \quad \text{..... (6)}$$

【0042】管路を閉塞している水の排出を容易にするために管路がとるべき姿勢に関しては、「式6」から  $\cos \theta \equiv 1$  になるようにすること、すなわち、 $\theta$  を零

【度】に設定することが好ましいことになる。前述のスタック9の構成を、反応ガスが図10(a)中に矢印で示したごとくに、それぞれのセパレータ81、82（セパレータ83、84の場合も同様である。）に形成されたガス通流用の溝811A、821A中を、その供給側を重力方向に関して上側に、その排出側を重力方向に関して下側になるように配置したのはこの理由に基づいているのである。

【0043】なお、前記した水保持力ヘッド  $p_k$  は、この発明においては、前記の「式3」と「式5」で定義さ

れた複数の管路のそれぞれに、気体が互いに平行して通流されている場合を考えることにする。そうして、この中の1本が水によって閉塞された場合を考える。この場合には、管路を閉塞している水に働く力は、④毛管力、⑤気体から受ける圧力（前記の圧力降下値に等しい。）、⑥重力の3種類がある。④項の毛管力  $f_1$  は、公知のごとく、水の表面張力  $\sigma$  と、水と管路の壁との間の接触角  $\phi$  によって定まり、管路の半径が  $r$  のときは、次記の「式3」で表すことができる。⑤項の気体から受ける圧力に基づき水に働く力  $f_2$  は、気体の圧力降下値が  $\Delta p_s$  である場合には、管路の断面積を  $S$  と置くと、公知のごとく、次記の「式4」で表すことができる。また、⑥項の重力に基づき水に働く力  $f_3$  は、管路中に滞留している水の高さ寸法が  $h$  で、気体の通流方向が重力の働く方向に対してなす角度が  $\theta$  である場合には、水の密度を  $\rho_w$  とし、重力の加速度を  $g$  と置くと、公知のごとく、次記の「式5」で表わすことができる。毛管力  $f_1$  は管径に比例して大きくなるのであるが、重力に基づき水に働く力  $f_3$  が管径の2乗に比例して大きくなるので、一般に毛管現象と呼ばれる水の吸い上げ現象は、管径が小さいほど顕著に現れることになる。

【0038】

【数1】

$$f_1 = 2\pi r \sigma \cdot \cos \phi \quad \text{..... (3)}$$

【0039】

【数2】

$$f_2 = S \Delta p_s \quad \text{..... (4)}$$

【0040】

【数3】

$$f_3 = \rho_w g h \pi r^2 \cdot \cos \theta \quad \text{..... (5)}$$

管路を閉塞している水に働く力は、 $f_1$ 、 $f_2$  および  $f_3$  が総合されたものであり、この水が排出される条件は、 $(f_1 - f_3) < f_2$  となることであるから、次記の「式6」で表わすことができる。

【0041】

【数4】

$$(2\sigma \cdot \cos \phi / r) - \rho g h \cdot \cos \theta < \Delta p_s \quad \text{..... (6)}$$

れた  $f_1$  と  $f_3$  とを用いて、「式7」によって示せるものである。

【0044】

【数5】

$$p_k = f_1 - f_3 \quad \text{..... (7)}$$

【0045】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来技術による固体高分子電解質型燃料電池（スタック）においては、例えば、前述のスタック9では、セパレータ81、82などが持つ溝811A、821Aで発生する圧力降下値  $\Delta p_s$  の値が、溝811A、821Aのそれぞれが持つ水保持力ヘッド  $p_k$  値よりも大きくなるように設定し、かつ、溝811A、821A形状および反応ガスの

流量を、前記の「式6」による関係が満足されるようにすると共に、溝811A、821Aに対して、重力方向に関して上側から反応ガスが流入され、重力方向に関して下側から反応ガスが流出されるようにしているため、多くの場合に、反応ガスの温度・湿度を微妙に管理・調整することなく、スタック9の運転を行うことができる。

【0046】しかしながら、次記する問題が新たに見出されている。これは、セパレータ81、82の場合のごとく、複数の溝811A、821Aのそれぞれに反応ガスが互いに平行して通流されている場合において、溝811A、821Aのそれぞれに通流される反応ガスの流量を均等化するためには、全ての溝811A、821Aの壁面に付着された水滴も除去することが必要であるということである。壁面に付着された水滴の存在は、反応ガスに対する溝811A、821Aの実効通流面積が減少されることであり、一部の溝811A、821Aの壁面に水滴が付着されていることは、その溝の反応ガスの実効通流面積が減少されることになるので、反応ガスの流量の均等化が阻害されるのである。

【0047】この水滴は、過飽和水蒸気が凝縮された際などに、壁面に付着されて生成された水滴などである。そうして次記するように、スタック9などの従来技術による構成においては、溝811A、821Aを完全に閉塞する凝縮水に対してはこれを除去できるのであるが、壁面に付着された前記の水滴を除去することはできないことが明らかにされてきたのである。このために、壁面に水滴が付着された溝では、壁面に水滴が付着されていない溝と比較して反応ガスの流量が低減されることになり、壁面に水滴が付着された溝に関しては、例えば燃料ガス97に対する水素利用率値が、該当するセパレータにおける平均の水素利用率値に対して上昇することになるのである。そうして水素利用率値の上昇は、公知のごとく、燃料電池セルにとっては、その発電電圧値が低下することである。この結果、従来例のスタック9（または、これに用いられた単電池8）では、後記する図2中に点線で示したごとく、低い電流密度値において、限界値である0.2[V]の発電電圧値にまで低下してしまうのである。

【0048】ところで、溝811A、821Aの壁面に付着された水滴を除去しようとする場合には、溝811A、821Aは凝縮水によっては閉塞されていないので、前記の「式4」に従う $f_2$ は存在し得ないことになる。この水滴の除去に対して有効であるのは、前記の「式5」に従う $f_3$ と、溝811A、821A内を通流する反応ガスに生じている公知の動圧 $\Delta p_u$ である。

【0049】反応ガスの通流路の断面形状が円形である場合を例にとると、円形管の場合の動圧 $\Delta p_u$ は、公知のごとく次記の「式8」で表わすことができる。

【0050】

【数6】

$$\Delta p_u = (\lambda l / d) (\rho_g u^2 / 2) \dots\dots\dots (8)$$

ここで、 $\lambda$ は管の摩擦係数、 $l$ は管路の長さ、 $d$ は円形管の直径、 $\rho_g$ は反応ガスの密度、 $u$ は反応ガスの流速である。反応ガスの通流路の断面形状が長方形である場合には、長方形の長辺の長さを $a$ 、長方形の短辺の長さを $b$ とすると、「式8」における $d$ として、次記の「式9」で表わされた相当直径 $d$ を用いることで、「式8」をそのまま用いることができる。

【0051】

【数7】

$$d = 4ab / [2(a+b)] \dots\dots\dots (9)$$

$\lambda$ に関しては、管路中を通流する反応ガスが層流状態に在る場合には、 $\nu$ を反応ガスの動粘性係数とすると、 $\lambda$ は、公知のごとく次記の「式10」で表わすことができる。

【0052】

【数8】

$$\lambda = 64 / Re = 64\nu / (ud) \dots\dots\dots (10)$$

「式10」を「式8」に代入して、動圧 $\Delta p_u$ の関係を、円形管に関して「式11」に示すごとくに得ることができる。また、「式11」を長方形の断面形状を持つ反応ガスの通流路に対応させて変換して、「式12」を得ることができる。

【0053】

【数9】

$$\Delta p_u = 32\nu\rho_g u (l/d^2) \dots\dots\dots (11)$$

【0054】

【数10】

$$\Delta p_u = 8\pi\nu\rho_g l (u/S) \dots\dots\dots (12)$$

「式11」、「式12」から明らかなように、反応ガスが層流状態で管路中を通流する場合には、発生される動圧 $\Delta p_u$ は、反応ガスの流速と管路長とに比例し、管径の2乗または管路の断面積に反比例する。溝811A、821A内を通流する反応ガスは、ほとんどの場合に層流状態であるので「式11」、「式12」が成立する。このとき、壁面に付着された水滴を除去すべく動圧 $\Delta p_u$ の値を増大させる方法としては、次記の3通りが考えられる。

【0055】①反応ガスの流速 $u$ を増大する。

②管路長 $l$ を長くする。

③管路の相当直径 $d$ を短くする。（すなわち管路の断面積 $S$ を小さくする。）

前記の①項の流速 $u$ を増大する方法は、反応ガスの供給量を増大するか、前記の③項による管路の相当直径 $d$ を短くすることで、実現することが可能である。固体高分子電解質型燃料電池（スタック）においては、供給される反応ガスの供給量は、スタックの発電効率に密接な関係があり、反応ガスの供給量が多くなるほど発電効率が低下するので、反応ガスの供給量を増大する方法は好ま



しくない。また、前記の②項の管路長 $l$ を長くする方法では、従来の技術においては、長方形をした電極膜の長辺の寸法がその限界長さとなっていた。これは、凝縮水によって溝811A、821Aが閉塞されることを回避するための前述した従来の対処方法に由来するものであり、凝縮水が溝811A、821A中を重力によって自然落下することを可能にするためである。一定の電極膜面積においては、電極膜の形状を細長くすることで、ある程度の管路長 $l$ の増大を図り得たとしても、大きな増加量を得るには限度がある。

【0056】以上のことから、動圧 $\Delta p_u$ の値を増大させる方法としては、多くの場合に、前記の③項による方法が採用されてきている。この方法は同時に流速 $u$ を増大できる効果もある。溝811A、821Aの幅寸法や深さ寸法を小さくすることで、管路の断面積 $S$ を小さくすることはできる。しかし、この場合に流速 $u$ の増大に関する制約条件になる事項として、互いに並列に接続された複数の溝811A、821Aのそれぞれに、反応ガスをいかに均等に分配して通流させることができるかということがある。すなわち、溝811A、821Aの幅寸法や深さ寸法を小さくするに従って、加工誤差が原因となって各溝間での断面積 $S$ 値がばらつくことになり、溝毎に分配される反応ガスが不均一となって、前述したところと同様の理由で燃料電池セル7の発電性能が低下することになるからである。このために、反応ガスの均等分配に関しては溝811A、821Aの断面積 $S$ は大きいことが望ましく、動圧 $\Delta p_u$ 値を増大させる観点からだけの対処を押し進めることができないのである。

【0057】こうした制約があるために、例えば、セパレータ81、82のごとき、従来技術によるスタックが有するセパレータの構造であっては、溝811A、821Aを完全に閉塞した凝縮水を除去するのに十分な値の、すなわち、前記の「式7」による水保持力ヘッド $p_k$ 値を十分に越える値の圧力降下 $\Delta p_s$ を発生することができても、全ての溝811A、821Aの壁面に付着された水滴を除去することが可能な十分な値の動圧 $\Delta p_u$ 値が得られるほどには、反応ガスの流速を大きくすることが不可能であることが明らかになったのである。

【0058】この発明は、前述の従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、セパレータが有する燃料ガスおよび酸化剤ガスを通流させる通流路の壁面に付着した水滴の除去を可能とする固体高分子電解質型燃料電池を提供することにある。

【0059】

【課題を解決するための手段】この発明では前述の目的は、

1) シート状の固体高分子電解質材の電解質膜と、その両主面のそれぞれに接合された燃料電極膜および酸化剤電極膜とを有し、燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生する燃料電池セルと、燃料電池セル

の両主面のそれぞれに対向させて配置されたセパレータとを備え、セパレータは、燃料電池セルに供給される前記のガスがセパレータに流入される流入口と、前記のガスがセパレータから流出される流出口と、セパレータの燃料電池セルと対向される側の面に沿って形成されて前記のガスを通流させると共に、前記の流入口および流出口に連通された通流路とを有し、この通流路は、前記のガスを通流路に通流させる際に発生する圧力降下値が、通流路が持つ水保持力ヘッド値よりも大きくなるように設定されてなる、固体高分子電解質型燃料電池（スタック）において、セパレータは、燃料電池セルに対向する面に対してほぼ直交し、しかも、互いにほぼ平行する一対の端面を有し、前記の通流路はこの端面にほぼ直交される関係で複数の互いにほぼ平行されて形成された部分通流路を主体として形成され、これ等の部分通流路を、前記のガスの通流に関して互いに直列に接続された部分を有して前記の流入口および流出口に連通されてなる構成とすることにより、達成される。

【0060】そうして、この構成とすることにより、スタックに供給される反応ガスの量を同一とした条件においては、通流路の断面積を同一のままに $n$ 本の通流路を直列に接続したとすれば、通流路の長さ（前記の「式8」における管路長さ $l$ である。）と、通流路内の反応ガスの流速 $u$ が共に $n$ 倍になる。このことから前記の「式11」、「式12」を用いると、動圧 $\Delta p_u$ を $n^2$ 倍にできることになる。

【0061】また、前記において、反応ガスの量を同一のままに通流路の断面積を $n^{1/2}$ 倍にしたとしても、「式11」、「式12」から $\Delta p_u$ を $n$ 倍にすることができ、かつ、流速 $u$ を $n^{1/2}$ 倍にすることができることになる。このように、この発明を適用することで、通流路の断面積 $S$ 、反応ガスの流速 $u$ および動圧 $\Delta p_u$ を同時に増大することが可能となるのである。

【0062】2) また、前記1項に記載の手段において、セパレータが有する複数の部分通流路を、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセパレータに流入される流入口と、前記のガスがセパレータから流出される流出口との間に、その全てが互いに直列に接続されて連通されてなる構成とすることにより、達成される。

【0063】そうして、この構成とすることにより、前記1項による作用と同一の作用を得ることが可能であると共に、全ての部分通流路は反応ガスの通流に関して直列に接続されているので、個々の部分通流路に断面積の不同が存在したとしても、反応ガスは全ての部分通流路に均等に通流することが可能となるのである。

3) また、前記1項に記載の手段において、セパレータが有する複数の部分通流路は、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセパレータに流入される流入口と、前記のガスがセパレータから流出される流出

口との間に、その一部の複数が互いに直列に接続された直列接続群を複数形成し、この部分通流路の直列接続群は、互いに並列となる相互関係とされて、流入口と流出口とにそれぞれ連通されてなる構成とすることにより達成される。

【0064】そうして、この構成とすることにより、前記1項による作用と同一の作用を得ることが可能であると共に、広い面積の電極膜を有するために、前記2項による構成としたのでは、前記のガスを供給するための圧力が過大となる場合などに適用して有用な構成である。4) また、シート状の固体高分子電解質材の電解質膜と、その両主面のそれぞれに接合された燃料電極膜および酸化剤電極膜とを有し、燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生する燃料電池セルと、燃料電池セルの両主面のそれぞれに対向させて配置されたセパレータとを備え、セパレータは、燃料電池セルに供給される前記のガスがセパレータに流入される流入口と、前記のガスがセパレータから流出される流出口と、セパレータの燃料電池セルと対向される側の面に沿って形成されて前記のガスを通流させると共に、前記の流入口および流出口に連通された通流路とを有し、この通流路は、前記のガスを通流路に通流させる際に発生する圧力降下値が、通流路が持つ水保持力ヘッド値よりも大きくなるように設定されてなる、固体高分子電解質型燃料電池において、セパレータが有する通流路を、流入口および流出口の内の一方を囲むようにして、しかも、前記のガスの通流に関して連続させて形成し、この通流路の一方の端部を、流入口および流出口の内の一方に接続し、この通流路の他方の端部を、通流路が形成された領域の外側に形成された流入口および流出口の内の他方に接続されてなる構成とすることにより、達成される。

【0065】前記1項～3項で記述した作用は、その作用が生じ得た理由から、前記1項～3項による構成を持つ通流路のみに限って得られるものではない。前記1項～3項による構成によらない構成を持つ通流路を対象として前記1項、2項で記述した作用を得ることで、この発明の前述の目的を達成しようとするのが、この4項による手段である。

【0066】5) さらにまた、前記4項に記載の手段において、セパレータは、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセパレータに流入される流入口を、通流路が形成された領域の外側に形成し、前記のガスがセパレータから流出される流出口を、通流路が形成された領域の中央部に形成してなる構成とすることにより、達成される。

【0067】そうして、この構成の場合においては、セパレータ内を通流する前記のガスは、同一の単位燃料電池内においては相対的に温度が高くなる内部に入りながら通流し、相対的に最も高温となる単位燃料電池の中心部の付近から排出されることになる。このために、この

構成とすることにより、前記1項、2項、4項による作用と同一の作用を得ることが可能であると共に、前記のガスが通流しつつ順次昇温されることで、過飽和になることによる凝縮水の生成度合を低減することも可能となるのである。

【0068】

【発明の実施の形態】以下この発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

実施例1；図1は、請求項1、2に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータの要部を模式的に示して前記の図9の場合と同一の方向から見た図である。図1において、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図1中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。なおまた、図1中には、図8、図9中に示されているガスシール体73を収納するための溝829は、その図示が省略されている。このことは、後記される図3～図7についても同様であることを予め付記しておく。

【0069】図1において、1は、図8、図9に示した従来例によるセパレータ82に対して、マニホール823Aの使用を止め、貫通穴825A、826Aを図示のごとくに直接に、酸化剤ガス98（図示を省略した。）を通流させる部分通流路である凹状の溝821Aに連通させて形成したセパレータである。セパレータ1が複数有する溝821Aの相互間は、溝821Aと同一の断面形状をした溝11Aによって、酸化剤ガス98の通流に関して互いに直列に接続されている。セパレータ1が有する貫通穴825B、826Bは、図示を省略した溝821Bに連通されているのであるが、これ等のセパレータ1が複数有する溝821Bは、従来例のセパレータ82の場合とは異なり、貫通穴825Bと貫通穴826Bとの間に、熱媒99の通流に関して互いに直列に接続されている。

【0070】この溝間の相互接続に関しては、セパレータ1における溝821Aの相互接続関係と同様である。なお、燃料ガス97を通流させる、従来例のセパレータ81に対応するこの発明になるセパレータは、その図示を省略したが、セパレータ1と基本的に同形である。そうして、この燃料ガス97を通流させるセパレータは、貫通穴825B、826Bと、これに連通される熱媒99を通流させる通流路が、セパレータ1の場合に対して面对称となる部位に形成されることのみが異なることになる。

【0071】これ等のセパレータは、その図示を省略した燃料電池セル7と組み合わせられて、この発明になるその図示を省略した単位燃料電池（単電池）を構成し、さらに、この単電池の複数個を積層することによって、この発明になるその図示を省略した固体高分子電解質型燃

料電池（スタック）を構成することは、従来例のセパレータ 81、82 などを用いた、従来例の単電池 8、従来例のスタック 9 などの場合と同様である。

【0072】そうして、セパレータ 1 では、従来例と同一の  $50 \text{ [cm}^2\text{]}$  の電極面積を持つ図示を省略した酸化剤電極膜 7B に対して、 $1.4 \text{ [Nrm}^3\text{/min]}$  の酸化剤ガス 98 としての空気を供給する。酸化剤電極膜 7B の外形寸法は、 $71 \text{ [mm]} \times 71 \text{ [mm]}$ 、溝 821A の断面寸法は、幅が  $2.0 \text{ [mm]}$ 、深さが  $1.2 \text{ [mm]}$  で、従来例のセパレータ 82 が持つ溝 821A よりもその断面積が増大されている。セパレータ 1 が持つ溝 821A の本数は従来例と同一の 22 本であり、溝 11A を含むその総延長は  $1.6 \text{ [m]}$  である。前記の空気は、溝 821A、11A 中を  $15 \text{ [m/s]}$  という従来例の場合よりも高速の流速で流通するので、約  $5 \text{ [kPa]}$  の動圧  $\Delta p_u$  が得られている。

【0073】セパレータ 1 と組み合わされて図示を省略した燃料ガス 97 を流通させる、その図示を省略したセパレータは、酸化剤電極膜 7B と同様の  $50 \text{ [cm}^2\text{]}$  の電極面積を持つ、図示を省略した燃料電極膜 7A に対して、 $0.17 \text{ [Nrm}^3\text{/min]}$  の燃料ガス 97 としての純水素を供給する。燃料電極膜 7A の外形寸法も、酸化剤電極膜 7B と同一の  $71 \text{ [mm]} \times 71 \text{ [mm]}$  であり、燃料ガス 97 を流通させる溝 811A（図示を省略した。）の断面寸法は、幅が  $2.0 \text{ [mm]}$ 、深さが  $0.6 \text{ [mm]}$  であり、セパレータ 1 が持つ溝 821A よりもその深さは浅くしている。前記の純水素は、溝 811A と、溝 811A の相互間を接続する溝 11A と同様の溝との中を  $3 \text{ [m/s]}$  の流速で流通することで、約  $1.6 \text{ [kPa]}$  の動圧  $\Delta p_u$  が得られる。この値は、セパレータ 1 における空気に関する値よりも、流速、動圧の両者とも小さい値ではあるが、燃料電池セル 7 で水分が生成されるのは、前記の「2 式」で示されているように、主として酸化剤電極膜 7B 側であること、および、水素濃度が十分に高いことから、全く問題とはならないのである。

【0074】前記の構成を持つセパレータを備えたこの発明になるスタックは、22 本の全ての溝 811A、821A が反応ガスの流通に関して直列に接続されている。このことにより、まず、反応ガスの流通路の長さ（前記の「式 8」における管路長さ  $l$  である。）と、流通路内の反応ガスの流速が共に増大される。これにより、前記の「式 12」から動圧  $\Delta p_u$  を大幅に増大できる（因みに、従来例の場合の一般的な動圧  $\Delta p_u$  の値は、 $0.04 \text{ [kPa]}$  程度である。）ことで、流通路の壁面に付着された水滴をこの大きな動圧  $\Delta p_u$  によって除去することが可能となる。したがって、従来例において存在していた壁面に水滴が付着されることで反応ガスの流通路の実効流通面積が減少されるという問題が解消されることになる。

【0075】また、酸化剤ガス 98 の全ての溝 821A が直列に接続されていることで、これ等の溝には同一流量の反応ガスが流通される（燃料ガス 97 に対する溝 811A に関しても溝 821A の場合と全く同一である。）。これにより、個々のこれ等の溝に加工精度、壁面への水滴の付着などが原因で反応ガスの流通断面積の不同が存在していたとしても、従来例において存在していた、個々の溝に対する反応ガスの不均等な分配という問題も解消されることになるのである。さらにまた、反応ガスが分路されないことで、反応ガスの流通路の断面寸法を増大したとしても、反応ガスの流速として所望の大きな値が得られるので、反応ガスの流通路の断面寸法に関する加工精度の問題が軽減されることにもなるのである。

【0076】これ等の結果、前記の構成を持つセパレータを備えたこの発明になる単電池では、その発生電圧値を図 2 に示すごとく向上させることができるのである。ここで図 2 は、実施例 1 によるこの発明になる固体高分子電解質型燃料電池の単位燃料電池の発電電圧の測定例を、従来例の場合と比較して示すグラフである。図 2 において、実線は、実施例 1 による場合を示し、点線は、従来例の単電池 8 の場合を示している。なおこの測定は、両者共、水素利用率が  $80 \text{ [\%]}$ 、空気利用率が  $20 \text{ [\%]}$ 、水素および空気の供給圧力は共に  $0.1 \text{ [MPa]}$  の条件で実施されたものである。図 2 において、従来例の場合には、一部の溝 811A、821A の壁面に水滴が付着されることで、これ等の溝に流通する反応ガスの分配が不均等になるために、低い電流密度値で限界値である  $0.2 \text{ [V]}$  の発電電圧値に低下している。これに対してこの発明の場合には、前記したところにより反応ガスの不均等分配が発生しないので、その発電電圧値が限界値である  $0.2 \text{ [V]}$  となる点の電流密度値を増大することができているのである。

【0077】なおまた、前記の構成を持つセパレータを備えたこの発明になるスタックは、前記したように溝 811A、821A の壁面に付着された水滴を除去できるので、当然のことながら前記の「式 7」による水保持力ヘッド  $p_k$  値を越えた  $\Delta p_g$  値が得られるので、溝 811A、821A 内に前述の凝縮水が滞留されるということは発生しない。したがって、このスタックでは、従来例のスタック 9 などが行っていた、溝 811A、821A を重力方向に沿って配置しなければならないという制約を課されることは無くなることになる。このために、このスタックでは、いかなる姿勢で設置されても何等支障は無く、例えば、単電池の積層方向を重力方向に沿って配置しても良いものである。これによって、スタックの設置面積を縮小することも可能となるのである。

【0078】実施例 2；図 3 は、請求項 1、2 に対応するこの発明の異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータの要部を模式的に示して前記

の図9の場合と同一の方向から見た図である。図3において、図1に示した請求項1、2に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータ、および、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図3中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0079】図3において、2は、図1に示したこの発明によるセパレータ1に対して、貫通穴825A、826A、827A、828A、825Bおよび826B

(これ等の6個の貫通穴を総称して実施例2の説明のなかでは、以降、前記の貫通穴825A等と記すことにする。)が形成される位置などを変更したセパレータである。セパレータ1における貫通穴825A、826A、827A、828Aの形成位置は、従来例のセパレータ82などにおける貫通穴825A、826A、827A、828Aの形成位置を踏襲したものである。そうして、従来例のセパレータ82などにおける貫通穴825A、826A、827A、828Aの形成位置は、マニホールド823Aを介して行う各溝811A、821Aへの反応ガスの分配を均等化するための必要性から定められたものである。

【0080】しかしながら、マニホールド823Aを使用しないこの発明になるセパレータにおいては、貫通穴825A、826A、827A、828Aの形成位置のいかに関わらず、実施例1において説明した、個々の溝に対する反応ガスの不均等な分配の問題が解消されるという特長は維持できるものである。セパレータ2におけるこれ等の貫通穴の形成位置の見直しは、このことに着目して行われたものである。すなわち、セパレータ2においては、図1と図3とを対比することで確認できることではあるが、前記の貫通穴825A等に隣接される部位の溝811A、821Aの反応ガス流通方向の長さを、セパレータ1の場合よりも多少短縮させている。また、このことによって、前記の貫通穴825A等に隣接されていない部位に存在する溝11Aと、セパレータ2の端面82d、82eとの間隔を極力短縮したものとしているのである。これら図1によるセパレータ1とは異なっているセパレータ2が持つ形状・寸法について、セパレータ1を見直すという立場から以下に説明する。

【0081】まず、前記の貫通穴825A等に隣接されていない部位に存在する溝11Aと、セパレータ2の端面82d、82eとの間隔寸法は、例えば、縁部82f、図示を省略した溝829などの形成を考慮して定められる。前記の貫通穴825A等が形成される位置は、かくして定められた端面82d、82eの位置を基にして、例えば、溝827Aなどの形成、管用めねじ付きの貫通穴931に対する反応ガス用の配管の接続作業や、熱媒99用の配管接続体991の装着作業などの実施等

を考慮して定められる。前記の貫通穴825A等に隣接される部位の溝811A、821Aの端部や、溝11Aが形成される位置は、前記の貫通穴825A等の位置を基にして、縁部82f、溝829、およびいずれも図示を省略した溝827A、管用めねじ付きの貫通穴931などの形成等を考慮して定められるのである。そうして、これ等と関連させて、縁部82fの形成位置が定められ、この縁部82fの形成位置に合わせて、共に図示を省略した燃料電極膜7A、酸化剤電極膜7Bの平面形状と、その寸法が見直されることになるのである。

【0082】前記の構成を持つセパレータ2を備えたこの発明になるスタックは、前述の実施例1によるスタックと同一の作用・効果を持ちながら、スタックの電極膜の平面方向の外形を小型化することができると共に、図示を省略した固体高分子電解質膜7Cの使用面積を縮小することができるのである。

実施例3；図4は、請求項1、3に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータの要部を模式的に示して前記の図9の場合と同一の方向から見た図である。図4において、図1に示した請求項1、2に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータ、および、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図4中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0083】図4において、3は、図8、図9に示した従来例によるセパレータ82に対して、マニホールド823Aの使用を止め、酸化剤ガス98を流通させる部分通路である凹状の溝821Aを次記するように形成してなるセパレータである。すなわち、セパレータ3では、まず、溝821Aの複数個(この事例における具体的な個数は後記する。)は、溝11Aによって、酸化剤ガス98の流通に関して互いに直列に接続される。このような溝821Aの直列接続路は、複数群(図4では3群の場合を例示した。)が形成される。この複数群の溝821Aの直列接続路の間では、溝821Aと溝11Aとで形成される反応ガスの通路の長さは、ほぼ同等値となるように設定されるものとする。そうして、この複数群の溝821Aの直列接続路のそれぞれは、短小な溝31Aを介して互いに並列に接続されて、貫通穴825Aと貫通穴826Aとの間に連通されるのである。

【0084】なお、セパレータ3が有する貫通穴825B、826Bと、図示を省略した溝821Bとの接続関係、また、セパレータ3と、燃料ガス97を流通させる従来例のセパレータ81に対応するこの発明になるセパレータとの関係、および、これ等のセパレータを用いて構成される単電池やスタックにかかわる関係は、前述の実施例1によるセパレータ1の場合と同様であるのでそ

の説明は省略する。

【0085】そうして、セパレータ3では、従来例の5倍の $250\text{ [cm}^2\text{]}$ という広い電極面積を持つ図示を省略した酸化剤電極膜7Bに対して、 $6.7\text{ [Nm}^3\text{/min]}$ の空気を供給する。酸化剤電極膜7Bの外形状は、 $160\text{ [mm]} \times 160\text{ [mm]}$ 、溝821Aの断面寸法は、幅、深さ共に $2.0\text{ [mm]}$ である。実施例1によるセパレータ1が持つ溝821Aの全本数は54本であり、各18本が前記の溝821Aの直列接続路を形成している。それぞれの直列接続路の溝11Aを含むその総延長は $2.85\text{ [m]}$ である。

【0086】セパレータ3における反応ガスの通流路の長さ（前記の「式12」における管路長さ $l$ である。）は、前記の総延長の $2.85\text{ [m]}$ であり、動圧 $\Delta p_u$ の値は、この $2.85\text{ [m]}$ の管路長さ $l$ に対応して得られる。反応ガスの通流に関して全部の溝821Aを直列に接続した場合に対して、 $n$ （セパレータ3の場合は $n=3$ である。）群の直列接続路で構成するようにした場合には、管路長さ $l$ と反応ガスの流速 $u$ は共に $1/n$ になるので、動圧 $\Delta p_u$ の値は、前記の「式12」から $1/n^2$ になる。こうすることで、広い電極面積に反応ガスを供給するセパレータの場合に、過大な動圧 $\Delta p_u$ が発生するのを回避することが可能となるのである。セパレータ3における動圧 $\Delta p_u$ 値は、それでも、セパレータ1の場合よりも大きい約 $8\text{ [kPa]}$ が得られている。

【0087】前記の構成を持つセパレータ3を備えたこの発明になるスタックは、当然のことながら、前述の実施例1によるスタックと同一の作用・効果を持つことができる。しかも、広い面積の電極膜を有するために、実施例1による構成としたのでは、反応ガスを供給するための圧力が過大となる場合などに適用して有用な構成なのである。

【0088】実施例4；図5は、請求項1、2に対応するこの発明のさらに異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータの要部を模式的に示して前記の図9の場合と同一の方向から見た図である。図5において、図1に示した請求項1、2に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータ、および、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図5中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0089】図5において、4は、図1に示したこの発明によるセパレータ1が持つと同様の、複数（後記する。）の溝821Aが溝11Aを介し酸化剤ガス98の通流に関して互いに直列に接続された溝821Aの直列接続路41が、それぞれ独立された複数群（図4では3

群の場合を例示した。）を形成するようにしたセパレータである。複数の直列接続路41のそれぞれを区別するために、図5中では、符号41に続いてA、B、Cを付している。それぞれの直列接続路41には、セパレータ1の場合と同様に、溝821Aの両端部に貫通穴825A、826Aが直接に連通されて形成されている。

【0090】なお、セパレータ4が有する貫通穴825B、826Bと、図示を省略した溝821Bとの接続関係、また、セパレータ4と、燃料ガス97を通流させる従来例のセパレータ81に対応するこの発明になるセパレータとの関係、および、これ等のセパレータを用いて構成される単電池やスタックにかかわる関係は、前述の実施例1によるセパレータ1の場合と同様であるのでその説明は省略する。

【0091】そうして、セパレータ4が空気を供給する対象の図示を省略した酸化剤電極膜7Bの電極面積・外形状法、セパレータ4が持つ溝821Aの全本数、断面寸法などは、いずれも前記の実施例3によるセパレータ3の場合と同一である。このために、それぞれの直列接続路41で得られる、反応ガスの通流路の長さ、動圧 $\Delta p_u$ 値なども、セパレータ3の場合と同一である。

【0092】したがって、前記の構成を持つセパレータ4を備えたこの発明になるスタックは、前述の実施例3によるスタックと同一の作用・効果を持つことになる。これに加えて、この実施例4によるスタックは、それぞれの直列接続路41に供給する反応ガス量を、必要に応じて個別に調整することが可能であり、広い電極面積を持つスタックの場合などで、電極の面方向における反応ガスの配分をより均等化できるという特長を持てることになる。スタックに付随する反応ガスの供給系統や反応ガス流量の制御系統は複数必要にはなるが、前記の特長を利用することは、特に少量の反応ガス供給量で運転しなければならない場合や、高い電流密度での運転が必要となる場合などにおいて有効なものである。

【0093】実施例5；図6は、請求項4、5に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータの要部を模式的に示して前記の図9の場合と同一の方向から見た図である。図6において、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図6中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0094】図6において、5は、図8、図9に示した従来例によるセパレータ82に対して、凹状の溝821Aと凸状の隔壁822Aに替えて、それぞれ凹状の溝51Aと凸状の隔壁52Aを用いると共に、マニホールド823Aの使用を止め、貫通穴825A、826Aを直接に溝51Aに連通させて形成したセパレータである。反応ガスの流出口である貫通穴826Aは、セパレータ



5の中央部に形成された貫通穴形成部53Aに形成されていることが、この実施例による構成が持つ特徴の一つである。貫通穴形成部53Aは隔壁52Aと連続させて形成され、それ等の頂部は共に、従来例の凸状の隔壁822Aと同様に、図示を省略した側面82cと同一面になるように形成されている。

【0095】セパレータ5が有する溝51Aは、従来例の凹状の溝821Aと同様な断面形状を持ち、貫通穴825Aと貫通穴826Aとの間に、貫通穴形成部53Aを取り巻くようにして、図6中に示したようにいわば一筆書きのように連続させて形成されていることが、この実施例による構成が持つ他の特徴である。そうして、反応ガスの流入口である貫通穴825Aは、溝51Aが形成された領域の最外周の部位に形成されている。

【0096】なお、セパレータ5が有する貫通穴825B、826Bと、図示を省略した溝821Bとの接続関係、また、セパレータ5と、燃料ガス97を通流させる従来例のセパレータ81に対応するこの発明になるセパレータとの関係、および、これ等のセパレータを用いて構成される単電池やスタックにかかわる関係は、前述の実施例1によるセパレータ1の場合と同様であるのでその説明は省略する。

【0097】そうして、セパレータ5が空気を供給する対象の図示を省略した酸化剤電極膜7Bの電極面積・外形寸法、セパレータ5が持つ溝51Aの断面寸法、総延長などは、いずれも前記の実施例1によるセパレータ1の場合と同等である。このために、セパレータ5で得られる動圧 $\Delta p_{\parallel}$ 値なども、セパレータ1の場合と同等である。

【0098】したがって、前記の構成を持つセパレータ5を備えたこの発明になるスタックは、前述の実施例1によるスタックと同一の作用・効果を持つことになる。これに加えて、この実施例5によるスタックは、セパレータ5内を通流する空気は、同一の単位燃料電池内においては相対的に温度が高くなる内部に順次入り込みながら通流し、相対的に最も高温となる単位燃料電池の中心部の付近から排出されることになる。溝51A内を通流する空気は、前述のように酸化剤電極膜7Bで生成される水蒸気を吸収しながら通流して行くのであるが、この空気はまた、この実施例の特徴的な構成によって、溝51A内を通流しつつ順次昇温されることで、過飽和になることによる凝縮水の生成度合を低減することも可能となるのである。

【0099】実施例3～実施例5における今までの説明では触れてこなかったが、これ等においても、実施例1に対する実施例2による構成と同様の構成として、スタックの電極膜の平面方向の外形を小型化することができることは、勿論のことである。

実施例6；図7は、請求項4、5に対応するこの発明の異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備え

るセパレータの要部を模式的に示して前記の図9の場合と同一の方向から見た図である。図7において、図6に示した請求項4、5に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータ、および、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図7中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0100】図7において、6は、図6に示したこの発明によるセパレータ5に対して、その外形形状を円形状としたセパレータである。ただし、セパレータ6が有する貫通穴825B、826Bは、図示を省略した溝821Bに連通されているのであるが、セパレータ6が有する溝821Bは、従来例のセパレータ82の場合とは異なり、貫通穴825Bと貫通穴826Bとの間に、溝51Aと同様に形成されている。また、セパレータ6では、実施例1に対する実施例2による構成と同様の関係の構成としている。

【0101】なお、セパレータ6と、燃料ガス97を通流させる従来例のセパレータ81に対応するこの発明になるセパレータとの関係、および、これ等のセパレータを用いて構成される単電池やスタックにかかわる関係は、前述の実施例1によるセパレータ1の場合と同様であるのでその説明は省略する。そうして、セパレータ6が空気を供給する対象の図示を省略した酸化剤電極膜7Bの電極面積、セパレータ6が持つ溝51Aの断面寸法、総延長などは、いずれも前記の実施例5によるセパレータ5の場合と同等である。このために、セパレータ6で得られる動圧 $\Delta p_{\parallel}$ 値なども、セパレータ6の場合と同等である。したがって、前記の構成を持つセパレータ6を備えたこの発明になるスタックは、前述の実施例5によるスタックと同一の作用・効果を持つことになる。すなわち、実施例5と実施例6とを総合すると、この発明になるスタックでは、セパレータの外形は長方形に限定されるものではなく、必要に応じて適宜の形状で形成できる特長を持つと言えるのである。

【0102】実施例5、実施例6における今までの説明では、セパレータが備える反応ガスの通流路は、セパレータの中央部に形成された貫通穴形成部を取り巻くようにして、しかも、蛇行するようにして形成されるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、反応ガスの通流路は螺旋状に貫通穴形成部を取り巻くようにして形成されてもよいものである。

【0103】実施例1～実施例6における今までの説明では、スタックが備えるセパレータは、従来例によるセパレータ81、82と同様な基本構成を有するとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、異なる従来例によるセパレータ83、84と同様な基本構成を有するものであってもよいものである。ただし、実施例

4によるような複数の独立した直列接続路を有するセパレータにおいては、互いに同等の圧力値を持つ貫通穴（例えば、流入口同志のことである。）を、互いに隣接するように配置する配慮を行うことが、独立した直列接続路相互間の反応ガスの漏れを低減するうえからは、好ましいものである。

#### 【0104】

【発明の効果】この発明においては、前記の課題を解決するための手段の項で述べた構成とすることにより、次記する効果を奏する。

①セパレータの通流路内を通流する反応ガスの流速と、反応ガスの通流路の長さが同時に増大されることで、得られる動圧を増大することができ、通流路の壁面に付着した水滴をこの大きな動圧を用いて除去することが可能となる。これにより、反応ガスの均等な分配を達成できて、固体高分子電解質型燃料電池（スタック）の発電性能を、例えば、限界値である0.2〔V〕の発電電圧値となる電流密度値を約30〔%〕向上することが可能となる。

【0105】②反応ガスの通流路を、反応ガスの流入口と流出口との間に互いに直列に接続して形成するようにしたことで、通流路の断面積に不同があっても反応ガスの流量は不変にすることができ、反応ガスの不均等な分配による問題を解消することが可能となる。

③反応ガスの通流路を、反応ガスの流入口と流出口との間に互いに直列に接続して形成するようにしたことで、流入口と流出口の部分へのマニホールドの設置を不要にできる。これにより、流入口、流出口を適宜の部位に形成することが可能となり、スタックの電極膜の平面方向の外形を小型化できると共に、その製造原価を低減することが可能となる。

【0106】④反応ガスの通流路を、反応ガスの流入口と流出口との間に互いに直列に接続して形成して、反応ガスが分路されないようにすることで、反応ガスの通流路の断面寸法を増大したとしても、反応ガスの流速として所望の大きな値が得られることになる。これにより、反応ガスの通流路の断面寸法に関する加工精度が軽減されて、このことによってもスタックの製造原価を低減することが可能となる。

【0107】⑤前記したように大きな動圧が得られることは、反応ガスの通流路に滞留される凝縮水を確実に除去できることであるので、この発明によるスタックでは、従来例のごとき、反応ガスの通流路を重力方向に沿って配置しなければならないという制約が解消されることになる。これにより、スタックを適宜の姿勢で設置することが可能となっており、スタックの設置面積を縮小することが可能となる。

【0108】⑥反応ガスの流出口をセパレータの中央部に形成するようにすることで、反応ガスは通流路を通流しつつ順次昇温されることで、過飽和になることによる

凝縮水の生成度を低減することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1、2に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

【図2】実施例1によるこの発明になる固体高分子電解質型燃料電池の単位燃料電池の発電電圧の測定例を、従来例の場合と比較して示すグラフ

【図3】請求項1、2に対応するこの発明の異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

【図4】請求項1、3に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

【図5】請求項1、2に対応するこの発明のさらに異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

【図6】請求項4、5に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

【図7】請求項4、5に対応するこの発明の異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセパレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

【図8】従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える単位燃料電池の要部を展開した状態で模式的に示してその上部側から見た断面図

【図9】図8中に示したセパレータの図8におけるP矢方向から見た図

【図10】従来の一例の固体高分子電解質型燃料電池を模式的に示した要部の構成図で、(a)はその側面図、(b)はその上面図

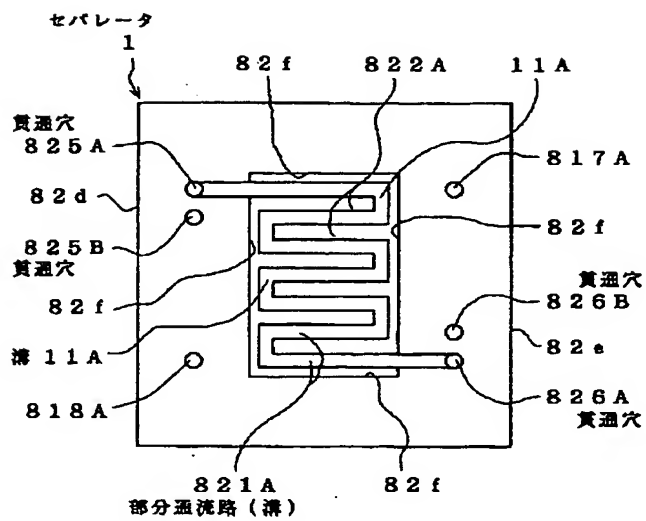
【図11】図10におけるQ部の詳細断面図

【図12】従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える異なる事例の単位燃料電池の要部を展開した状態で模式的に示してその上部側から見た断面図

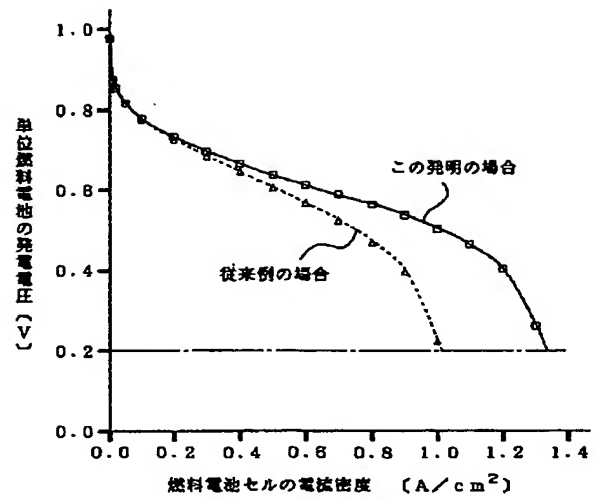
#### 【符号の説明】

- 1 セパレータ
- 11A 溝
- 821A 部分通流路（溝）
- 825A 貫通穴
- 826A 貫通穴
- 825B 貫通穴
- 826B 貫通穴

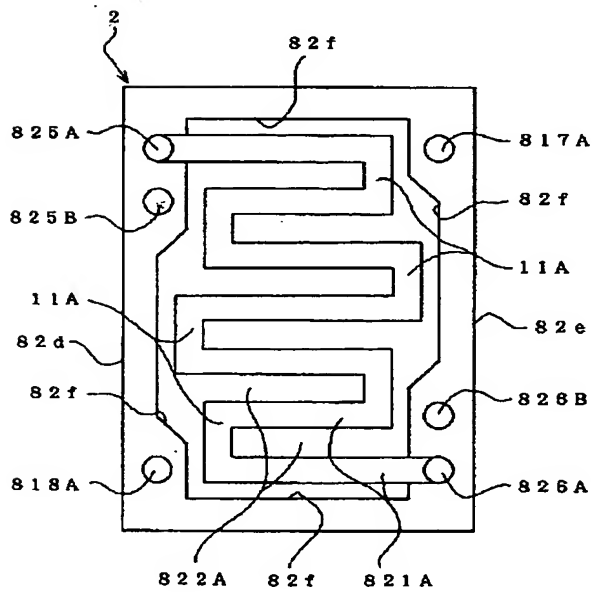
【図1】



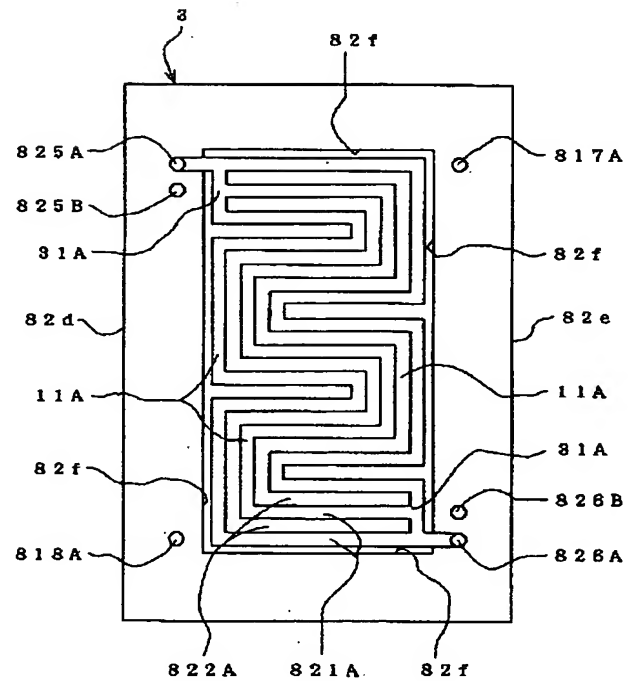
【図2】



【図3】

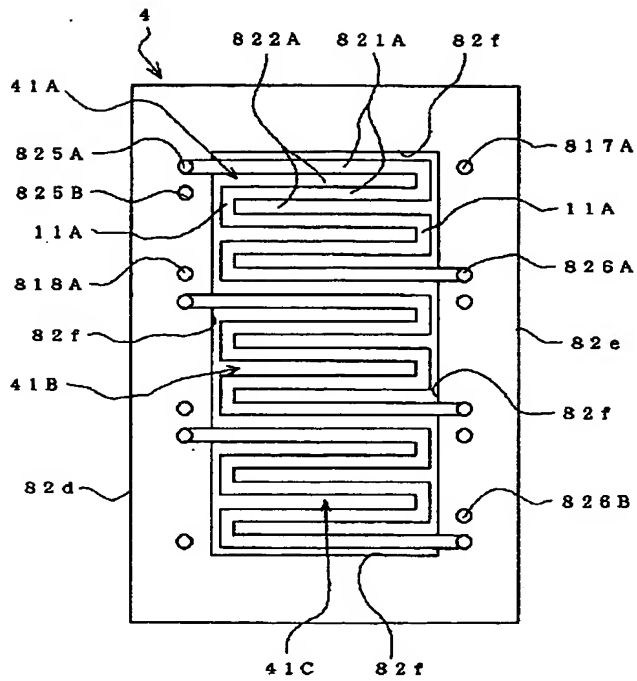


【図4】

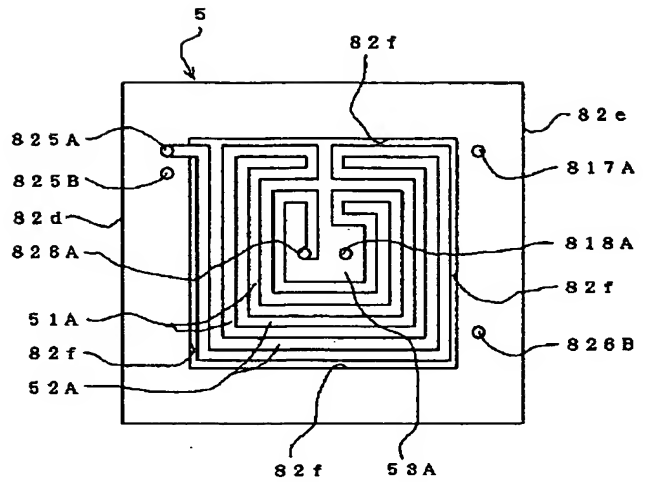




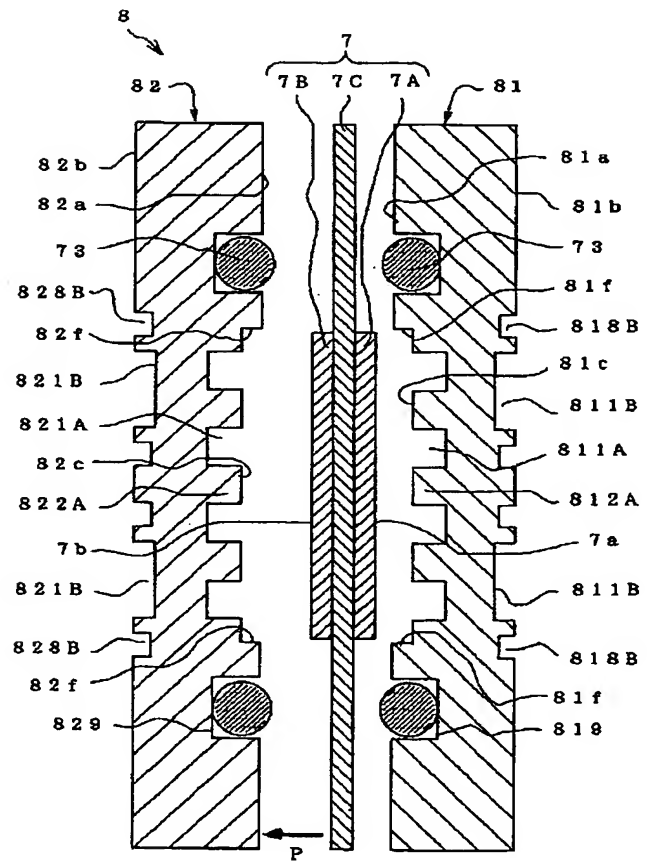
【図5】



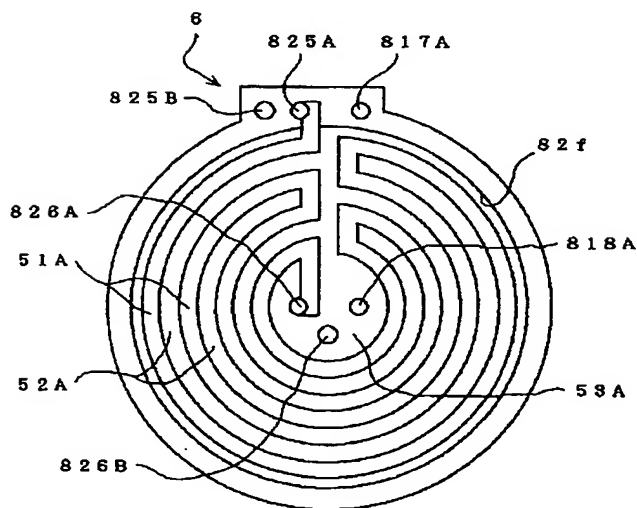
【図6】



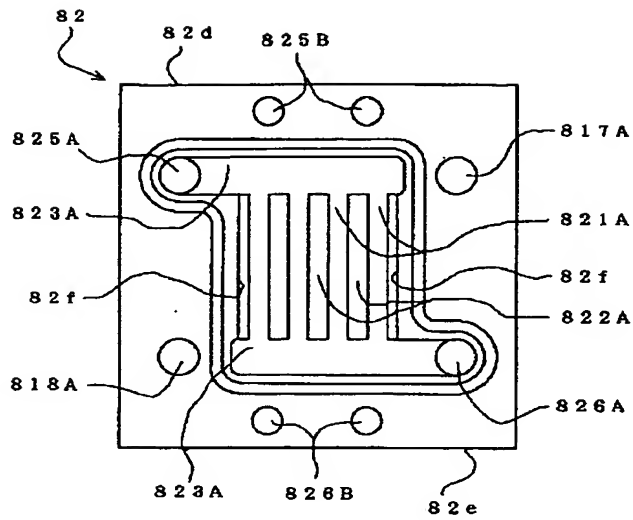
【図8】



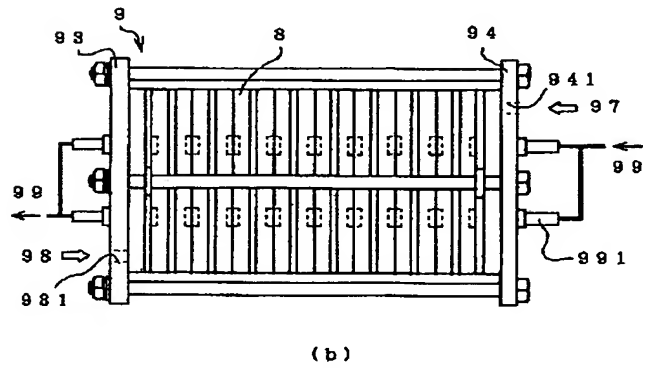
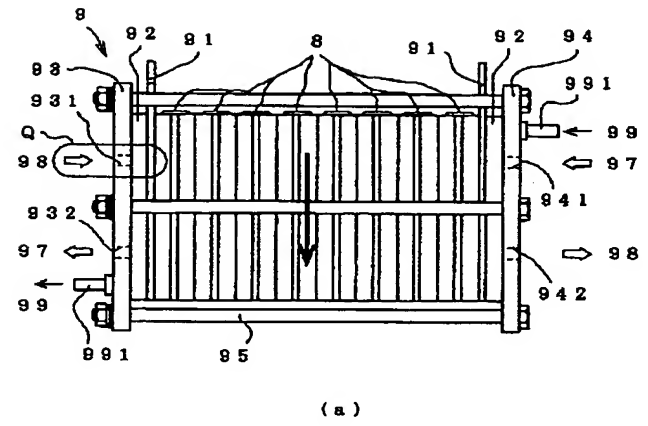
【図7】



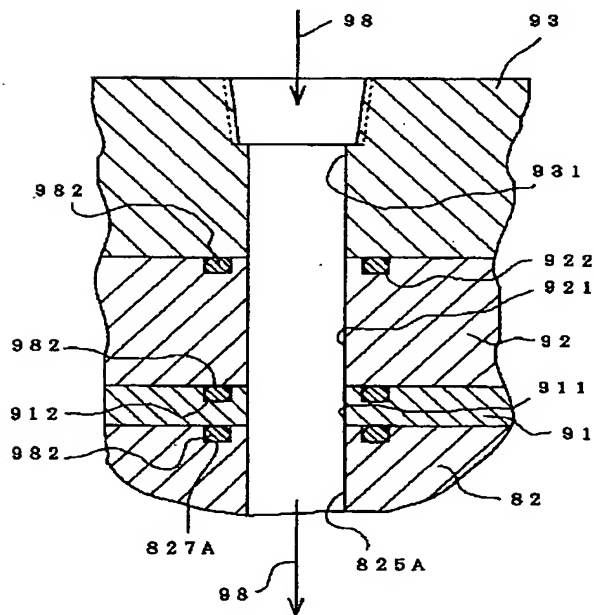
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

